SPECTRUM

VOL:NO:7 ANNUAL MAGAZINE OF 1974
THE PHYSICAL SOCIETY OF THE
DEPARTMENT OF PHYSICS & ASTROPHYSICS

Dr. M. M. Bajaj — *Edition-in-Chief*

R. Ramanathan — *Editor*

Editorial Board

1. Dilip M. Salwi
2. Rakesh Kumar Popli
3. Subhendu Roy
4. Vijendra Sharma

CONTENTS

			PAGES
	Editorial : Our Education System		i—ii
1.	Causality : Its Implications in Physics	*Prof. A. N. Mitra*	1—4
2.	Brain : Human Vs. Animal	*Prem Parkash*	5—7
3.	On the Debate :	*Mercnry*	8—10
4.	Laser and Its Applications :	*S. C. Gupta*	11—15
5.	Heat Pipe : An Excellent Thermal Conduction :	*Rakesh Kumar Popli*	16—18
6.	Odes to Nature and Thought :	*R. Ramanathan*	19
7.	Variable Gravitation—Constant :	*Dilip M. Salwi*	20—22
8.	Micro-Electronics :	*Ashok Kamar Kaira*	23—25
9.	The Tale of a Teacher :	*Divakar Rangra*	26
10.	Science Quiz :	*Dilip M. Salwi*	27—28
11.	Anecdotes :	*R Vijaya Raghavan and V. Sambasivan*	29
12.	Sun Spots :		30—31
13.	Story : Last Days of Earth ;	*R. Ramanathan*	32—40

विषय सूची

			पृष्ठ
१.	विज्ञान हिन्दी में क्यों	सतीश कुमार गोयल	१
२.	प्यार : एक भौतिक सत्य	विजेन्द्र शर्मा	३
३.	सूक्ष्म तरंग	सुषमा सक्सैना	४
४.	पनडुब्बी : युद्ध और शान्ति में महत्व	दिवाकर राग्रा	८
५.	महिमा सेब की	अशोक कुमार भाटिया	१०
६.	तारों का जीवन : उनका जन्म एवं मृत्यु	विजेन्द्र शर्मा	१२
७.	भोंसबार प्रभाव और उसकी उपयोगिता	राकेश कुमार पोपली	१६
८.	गणितज्ञो के रोचक प्रसंग	राज कुमार गुप्ता	२३
९.	वैदिक विज्ञान का इतिहास	राकेश गुप्ता	२६
१०.	गणित की भूल भुलैया	सतीश कुमार गोयल	३०

EDITORIAL

OUR EDUCATION SYSTEM

"The true purpose of education," said Albert Einstein, "is to impart to an individual that thing which remains in him, after he has forgotton everything that he learnt through education." What he meant was, that the value of education does not lie on the material quality of the educational process, but the impact which that process leaves on the intellect of the individual subjected to an educative process. Einstein repeated such a statement whenever he was called to preside over some function connected with education. The clerical, mechanical and irrational process of education that was prevalent in Europe at the turn of this century and prior to it, made him stress on this basic philosophy of education over and again whenever he found it relevant. The founders and formulators of the education policy in India are either not aware of this essence of the educational philosophy or they do not wish to alter the 'status-quo'.

Our education system (it must be obvious to any rational person subjected or connected to it) is far from rational, if not totally irrational. The bulk of the matter taught and the methodology of imparting that matter and the way the grasp of that matter in the student is tested; all belong to a clerical and unimaginative category. Afar from adhering to that philosophy of education that Einstein alluded to over and again; our system, in the course of time the student is subjected to it; rather scales down the value of intellectual emancipation of the individual while at the same time falsely exalting the clerical and unimaginative aspects of the process. If a stark evidence of its false exaltation of the clerical aspect is necessary; it is the method of examination.

Right from the beginning of the studentship at school to its end at a post-graduate study it is the same sickening process of unimaginative and irrational mode of education. Though knowledge is imperative in education it is not the end. The end lies in inculcating a spirit of rational enquiry to the intellect and to endow it with the requisite rationalistic tools to endeavour along such a heuristic path of enquiry. This end must be borne in mind in any education, may it be in science, arts or technology but it is of paramount importance for science The paramountcy of this end, obtains especially for science, since the very edifice of scientific thought has been built by a few intellects which have soared high in the horizon of rationalism, unfettered by dogmas of any sort. Such intellects which have soared high have been produced by humanity and will continue to arise from it, notwithstanding the education system they were snbjected to. That is why they were men of genius. But the education system must at best cater to the needs of a mediocre; for it is the mediocre who forms the back bone i.e. the majority in any group of individuals. It must be

the aim of an education system to turn out the mediocre after a few years of the process, with an intellect capable of rationalistic endeavour in general and with capability to handle the subject of his speciality with expertise in particular. But sadly our education system can only turn the mediocre out with only some degree, may be a high First Class, who like a moron had mugged some set course and vomited at an examination mostly without in any way affecting his intellectual vigour and capability. This system is such that, no other result than is obtained could be expected.

In a country where everything is misplanned and miscarried, and where people consider higher education as just a means of enhancing their job prospects where one sees the sad spectacle of graduates and even postgraduates applying for the posts of bus conductors and chaprasis, (which jobs could be better done by persons who have done a course on public psychology & methods of courteous behaviour) one could only forsee a nightmarish situation with people being rolled out like brinjals and potatoes after being subjected to a substandard process of education, and flooding the job market and rotting in unemployment and hence adding to the irrational chaos that is prevalent throughout the nation.

Thus unless a change comes about in the system including the Physcis teaching at graduate and postgraduate levels. where the whole system endeavours to endow the mediocre with an intellect capable of ratio alistic endeavour in general and with capability to handle the subject of his speciality with expertise in particular' as we have stated before; otherwise we can only expect gloomier days ahead with the present system.

Causality: Its Implications in Physics*

PROF. A. N. MITRA

The dictionary meaning of causality is the (almost self-evident) statement that "effect follows the cause". You cannot expect a system to respond *before* it is *asked* to do so. Or, an answer cannot be given before a question is asked. (This condition is, however, prone to frequent violation at the hands of students appearing in the various examinations under the existing system), Such statements look simple enough not to require further clarification in terms of human language. So, one might ask, what is all this fuss about "Causality" in Physics? It turns out that even this simple requirement of response following a certain action is replete with rich consequences, leading to many experimentally verifiable relations between physical quantities. The purpose of this article is to illustrate the logic of such relations through some simple examples which have a certain degree of historical significance, and also to draw attention to some important areas of applications of this philosophy. The emphasis is not so much on the philosophy of causality as on its role as a practical tool for derivation of experimentally verifiable results.

Traditionally, causality in physics has been associated with the limitation that no signal can travel faster than a certain limiting velocity (c) in vacuum. If there were no such limit, there would in principle be no obligation of "effect" to follow the "cause". However, the outstanding success of the special theory of relativity would leave little choice of alternative to the existence of this limit. Indeed many of us are familiar with the formidable problems of self-consistency which have been involved in the formulation of a mathematically satisfactory theory of "tachyons", (even before their experimental performance has been assessed). There have also been instances of theories in which the restriction of a limiting velocity has been sought to be violated for certain special regions, but such theories have not met with any success. An apt example is provided by Dirac's (1937) theory of the electron in which the interior of the electron (assumed finite in size) was taken to violate causality, but the theory did not work.

The Dirac assumption (as above) is really a special case of the more general point of view, that a distinction should be made between 'macro' and 'micro' causality, the former involving observable distances for which causality is supposed to hold, and the latter involving much shorter distances which are not directly accessible to experiment, and hence representing a 'realm of ignorance' where we do not know whether causality holds or not. Unfortunately the predictive powers of macro theories are considerably weaker than those which assume the causality limitation (micro causality) down

*This is based on a talk given on Oct. 30, 1972 at the Dept. of Physies. The author apologises for the semi-technical content of the article whose scope does not unfortunately fall below the M.Sc. level.

to arbitrarily small distances and hence are able to make more specific correlations between different types of observed phenomena. Macro causality theories will therefore not concern us for the rest of this discussion.

In order to translate the consequences of causality to more concrete terms, the language of complex variable theory is unavoidable, since it turns out that analytic functions provide the necessary medium for such descriptions. Let us illustrate the idea in terms of an elementary example. Consider an incident plane wave packet of the form

$$A\ (Z, t)= \frac{1}{\sqrt{2\pi}}\int_{-\infty}^{\infty} a(\omega)\ e^{i\omega(Z-t)}d\omega \qquad (1)$$

impinging on a point scatterer at the origin at t=O. This will result ina spherically scattered wave packet of the form

$$G\ (Z, t)= \frac{1}{\sqrt{2\pi r}}\int_{-\infty}^{\infty} dw f(w)a(w)\ e^{iw(r-t)} \qquad (2)$$

where we have incorporated the dependence of the scattered wave on the incident one in a multiplicative manner. Let us now suppose that

$$A\ (O,t)=O \text{ for } t < O \qquad (3)$$

This is *not yet* the statement of causality, but it is instructive to express this condition in terms of the corresponding requirement on the Fourier transform $a(\omega)$ of this quantity, according to Eq. (1). If we regard $a(\omega)$ as a function of the *complex* variable ω, then condition (3) implies that $a(\omega)$ *must not have any poles in the upper-half* ω*-plane* (since, by Jordan's lemma, the semi-circle can be closed only from *above* in the region of $t<0$). (This statement brings out the essential role that complex variable theory plays in this type of discussion.)

This *is not* to claim that the physical values of ω are complex. Indeed, the physical values of $a(\omega)$ are defined only on the real ω-axis. However. the property of analyticity which involves an extension to the complex plane is so profound as to make itself felt on the real axis, and hence to the experimentalist.

To see where causality precisely enters in this argument, let us now demand that the scattered wave at the point r is zero for $t<r$ (in units of c), since a finite time must be allowed to elapse before the disturbance reaches r, i.e.,

$$G\ (r, t)=0 \text{ for } t<r. \qquad (4)$$

Then the same argument as followed Eq. (3), now ensures the *analyticity of the 'scattering amplitude'* $f(\omega)$ *in the upper half* ω*-plane*, and provides, under very general assumptions on integral representation for this function of the form :

$$f(\omega)= \frac{1}{\pi i}\int_{\infty}^{\infty} d\omega'\ f(\omega')/(\omega'/-\omega) \qquad (5)$$

which expresses the value of $f(\omega)$ in terms of an integral over the real axis alone. This equation which is called a *dispersion relation* is really equivalent to two relations, relating the real and imaginary parts of $f(\omega)$ to each other. In particular,

$$\text{Re } f(\omega) = \frac{1}{\pi}\int_{-\infty}^{\infty} d\omega'\ \text{Im } f(\omega')/(\omega'-\omega) \qquad (6)$$

We now discuss briefly the physical significance of this relation. Its history dates back to Kramer and Kronig (1926-27) whose concern with a satisfactory classical theory of dispersion of light led them to conjecture the property of the refractive index $n(\omega)$ as an *analytic* function of the frequency. Then they arrived at the *causality statement* by showing that

in a medium described by such a quantity, signals cannot propagate faster than light. (This statement of causality involves the steps of the arguments of the foregoing paragraphs for input and output signals, in the *opposite* order). The relevance of eq. (6) for the maeroscopic quantity for $n(\omega)$ comes from its connection with the (microscopic) forward scattering amplitudes $f(\omega)$ from individual scattering centres, given by

$$n(\omega)=1+\frac{2\pi}{\omega^2}\,Nf(\omega), \tag{7}$$

where N is number density of such centres. To obtain an experimentally verifiable relation, we need two more ingredients. First, there is the so-called "optical theorem" (which is really a statement concerning the accountability of the incident beam in terms of the transmitted and scattered ones), which relates Im f to the total cross-section σt for scattering.

$$\text{Im } f(\omega)=\frac{\omega}{4\pi}\sigma_t\ (\omega) \tag{8}$$

Secondly, Kramer observed that since the physical values of $n(\omega)$ were defined only for $\omega>O$, he felt free to complete the definition for $\omega<O$ through the ansatz :

$$n(-\omega) = n^*(\omega) \tag{9}$$

which goes by the (now famous) name of "Crossing Symmetry", and helps reduce the integral in eq. (6) [for the quantity $f(\omega)/\omega^2$] to one involving only the range $O\leqslant\omega'\leqslant\infty$. An immediate consequence of this relation (derivable in the limit $\omega\rightarrow\infty$) is the celebrated Thomas-Reiche-Kuhn sum rule

$$e^2/m = f(\infty)=\frac{1}{2\pi^2}\,P\int_0^\infty \sigma_t\ (\omega)\,d\omega \tag{10}$$

which uses the "Thomson Scattering" result :

$$f(O) = -e^2/m \tag{11}$$

Relations of this kind were revived in the fifties as a much needed means of escape from the frustrations with the failure to produce a viable theory of strong interactions. Since such relations involve quantities which are experimentally measurable, and are also independent of any detailed dynamical theory, they proved extremely useful not only as an opportunity for testing the causality principle experimentally but also as a concrete means of "determining" certain difficult theoretical parameters (such as the pion nucleon coupling constant) in terms of accessible experimental data.

The success of these ventures led to more ambitious programmes for fuller exploitation of the causality principle within a wider theoretical framework of quantum field theory. The causality requirement at the quantum mechanical level implies that the measurement of two observables should not interfere at space-like distances because of the limitation imposed by the finite velocity of propagation of a disturbance. Translated in precise mathematical language this means that the dynamical operators for two observables should *Commute at space-like* distances. A logical pursuit of this principle has led to some remarkable theorems valid under very general conditions. One is Pauli's famous "spin-statistics relation" which has now acquired the formal status of a theorem through the extension of its validity for interacting fields as well (Luders-Zumino-Burgoyne). Another is the so-called CPT—theorem (Luders) which states a Lorentz invariant theory of interacting fields is invariant under the joint operation of space-inversion (P), time-reversal (T) and charge-conjugation (C). (An immediate consequence of this theorem is the equality of

particle and antiparticle masses). Most other developments (which are indeed prolific) are, however, highly technical and involved in character and hence not amenable to description in elementary terms.

"BRAIN : Human Vs. Animal"

PREM PARKASH
(M.Sc. Final) (Physics)

Man thinks ; At least he thinks that he thinks. Man is his mind which is of immense capacity, able to establish the inter-relationships of space, time, mas and energy. Human mind can write poetry, paint portraits, and has gone to the moon. Animal brain, virtually equal in size and quality has no such power. So the crux of our inquiry is : How does human mind differ from animal brain ? Does human thought differ from animal instinct in degree (quantitatively)) or in kind (qualitatively) ? We will investigate this at two levels

(1) mental activity,
(2) physiological brain.

Focussing only on first part, our question can be phrased in a more scientific and precise manners. "Are the input, output and other mental activity of the human brain, different from the corresponding quantities of any and every animal brain".

Let us first follow the materialists argument. The dogma of materialism declares that only 'the physical' is real where the physical is anything which must be defined in terms of mass, energy, space, time and mathematical formulations. Included in this defination are all physical laws such as gravity, all electroinaquatic phenomenon and all applied mathematical concepts such as entropy, anti-matter, sets and matrices, n-dimensional geometry etc. They reason that if a group of babies some how managed to survive to adulthood in complete isolation from the rest o society, their actions would not greatly differ from chimps. We agree. But this view is not correct for he is considering the brain output and has completely ignored the brain input. Human mind must be taught through brain input. But a new-horn animal learns automatically without teaching, to do whatever he needs to do a new-horn calf is on all fours and start walking in about five minutes. It is not taught and walks by instinct in order to fulfill a need for its mother's milk. The human baby learns or rather is taught to walk in about a year. He must also he fed and taught in time to eat.

Now reverse the materialists origional illustration : Take a group of chimps, apes or elephants and try to teach them as humans are taught from with. Give them the advantage of accumlated human knowledge. At the same time take a group of human babies and give them the same teaching. By age 18 the human boys will know more tham their fathers (or think that they do). But how much knowledge will the chimp, ape or elephant have received ? This tells that human mind is capable of learning of receiving knowledge and using it in a manner that leaves a vast gulf between it and the animal brain.

Some characterists which are utterly unique to human beings are listed,

Laughter is entirely human. Comedy has no equivalent in the animal kingdom. When we laugh, we are comparing what did happen with what normally would have happend under similar circumstances. Animal brain is not able to reflect any unexpected event as in Congruous and therefore cannot appreciate human.

Man alone is found to appreciate. Have you ever seen an animal ignoring its basic desires and needs—food for its hunger, water for its thirst—and focus its attention on a beautiful sunset? Animal brain can think in the domain of time only in relation to itself. While climbing a tre, a climp probably knows that he will soon pick a banana and that immediately thereafter he will peal it, bite it, chew it, swallow it and satisfy his hunger. Human mind can envision the eternity of time. Astronormers have calculated the number of hillions of years it would take for sun to become cold.

Man has a unique feature of abstract thinking (it is on this ability mathematics is based) Human beings continuosly aspire to go to higher levels, whether we refer to wisdom, understanding, knowledge, influence, money, possessions, power, prestige, status, looks etc. (This does not mean that every human being will do so—but every human does have the potential and option of doing so). Man understands the need to work and once work is completed, he trades for the products of his fellow man's work. No body ever saw a dog make a fair and delibrate exchange of one bone for another with another dog. Animals will do anything if it will benefit them. But humans can act in accord with a higher sense of what is right and good. Among the other uniquely human phenomena are character and suicide. Character is totally unknown to animals and what animal has ever comited suicide with even a partial realization of what it meant? All the above facts sets us apart from animals.

Let us now turn to the other level, physiological brain. It seemed at first that brain weight should be proportional to intelligence. Accordingly, the brains weighed-with a decending order of whale, elephant, dolphin, man, chimp, cat, rat. Viewed superfically, they all looked pretty much alike. Every component : spinal cords, medullas, thalami, cerabral cortxs etc. and so on were present in every brain. Man's brain was not unique. So it was thought that not the brain weight matters but the ratio of brain weight to the total body wieght. On this scale, man surely ranks first (Man's weight is 1.8% of total body weight, chimp is about 1%, whole as 0.03% etc.). Apart from a few exceptions eg. a capuchin monkey of South America who has 5.7% of its body weight, the logic also rapidly breaks since then the porpoise (0.86%) should be 200 times intelligent then a blue whale (0.005%) and man (1.8%) only twice as intelligent as porpoise. People then got more specific by saying that entire brain is not responsible for intelligence but only Cerebral cortex is (cerebral cortex is the thin, about $\frac{1}{8}$ inch, outermost layer of the brain). Even with this the whales and dolphins come very close to man and the difference cannot be accounted for.

Bio-chemical studies yielded precisely the same results—all mammals were identical. For-example, hormonal systems were always controlled by the pituitary gland. The nerve impuls was always generated by the same flow of Sodium, Potassium. and chloride ions. The

different senses, sight, sound, touch, smell and taste worked by the same process in all mammals.

Further more, the electrical brain patterns (EEG waves) seen in the human brain during alert and relaxed mental states were practically indistingushable from the similar EEG waves in animal brains during similar mental states (see illustration). All there empircal observations leads us to conclude that a climp should be very much superior than a rat, while man should be, if at all, a little mentaly superior to chimp. But who could honestly say that a man thinks only a bit better than chimp.? Who but man possess the awareness of ecstary, the ecstasy of love the love of beauty, the beauty of accomplishment, the accomplishment of inspiration, the inspiration of creativity, the creativity of wisdom, the wisdom of humility, the humility of knowledge, the knowledge of humour, and the humour of himself? Man stands apart, whatly distinct in qualities.

Consequently, on the basis of all physical data, we find that no physical component can account for the vast difference that exist between the animals and human being. Therefore, a non-physical component must be added to the human brain to convert it in to human mind. Believe me or not, this non-physical component is the spirit in man or the immortal soul

* * *

"Theremometers are the only things which are graduated and get their degrees without any brain."

ON THE DEBATE

By

MERCURY

On a fine autumn evening in September 1972, there was a debate on the issue "The only business of life is to enjoy"; under the aegis of our debating society. I was one of the silent witnesses of the debate. Here is a humble review of it.

"The only business of life is to enjoy" is the central axiom of Epicurus' ancient philosophy. There were strong opponents as well as exponents of this assertion of Epicurus, which has come to us in English after nearly 2500 years of its exposition in Greek by Epicurus himself. Many of his contemporaries or near-contemporaries like the Platonian philosophers including Plato and Aristotle, the stoic philosophers including Zeno and Marcus Aurelius, the Pythogorean philosophers including Pythogorous himself have vehementy opposed his assertion.

The later Christian theologists not only opposed his assertion but were contemptuous of his philosophy as a whole. In fact they began using the word 'Epicurean' in a derogatory sense which has been absorbed into the English language with such a sense.

But the more modern meta-Physicisits like Francois Arouet Volatire, Jean Jaques Rousseau, Bertrand Russell, Jean Paul Sartre etc., have made this aesertion of Epicurus the basic axiom of their sociological and existencial philosophy, though of course with more sophistry as a result of the industrial civilization of our days. There have been and are, opposers to his view like Spinoza, Schopenhauer, Bergson, Thoreau etc.

The main point of my saying all this is to point out that this is a very ancient assertion which has had such a controversial existence. And this controversy has occupied the minds and writings of such intellectual giants in both logical and speculative philosophy (some of whom we have mentioned): that it is not within the debatable range of a society whose members take it as a mere issue in a debating contest, without taking into account the sociological and Philosophical implications of the assertion involved Also because, this assertion being born out of the conviction of an individual, it is all the more un-debatable.

The majority of the debators who spoke for the motion stipulated that the word enjoy in this assertion only implies the aesthetic enjoyment derived out of the philan-throphic deeds or hard work and the enjoyment out of intellectual achivement and such like enjoyments; and therefore they claimed this assertion to be validated.

On tha other hand the majority of the debators who spoke against the motion stipulated that the word enjoy here only implies sensual enjoyment and that too of

a base kind and hence claimed the assertion to be irrational. Both sides thus invoking moral and ethical assumptions for their arguments, which are contestable from a hedonic point of view.

None of the debators even realised that no such separation is built in within this assertion. The 'enjoy' in this statement does not make any distinction between aesthetic and sensual enjoyments but includes both. Hence both sides failed in upholding or negating the assertion.

One of the exceptions among the debators was a person who tried to negate this statement from a syntactical point of view. He was very much successful in convincing the audience with his view which I infer from the fact that he got the most thunderous ovation after his speech.

His argument was that the 'business' in the assertion is a process or a means and 'to enjoy' in it represents an end. The 'is' he asserted was equivalent to mathematical equality and hence the statement is logically inconsistent since in it there is an equation of means to an end which is illogical. Hence he demanded that the motion be thrown out of the house.

By the ovation the audience accorded him, I believe the majority among them overlooked the fallacious nature of his argument. The basic fallacy is his assertion that 'is' in the statement is equivelent to mathematical equality. 'Business' here is not a process but an 'aim. Also enjoyment is not an end in itself. It is only a means to an end; the end being satisfaction. Whether satisfaction is ultimately derived out of enjoyment or not depends on the individual and the circumstances involved but satisfaction is the end in view of the enjoyer.

Now the statement "The only business of life is to enjoy" consists of three parts :

(1) The preliminary part i.e. "The only business of life" which taken separately implies that there is one and only one business in life

(2) "is" is a connecting link

(3) The a-priori part i.e. "to enjoy"

Now the meaning of the a-priori part is derived only by carrying over the implication of the preliminary part through the connecting link to the a-priori part. Then the a-priori part implies that the one and only business of life asserted by the preliminary part is nothing but to enjoy.

Now if we say that preliminary part = A and the a-priori part = B

Then A + B = C where C represents the sense of the assertion as a whole implies that 'is' plays the role of + and not 'equal' 'to'.

Now we notice another beautiful thing i.e. B + A = C which means by making use of the sentence representation of B and A and the equivalence (+ ≡ is) we find L.H.S. = to enjoy is the only business of life which conserves the sense of C. Thus the assertion is additively commutative about 'is'. Now commutativity about the additive symbol is a must for an algebraic addition and the 'is' in this assertion satisfies this condition gloriously. The above logic does not adhere strictly to a logicians' syntactical analysis but we have just tried to show the falsity or rather absurdity of the argument used by the debator we have alluded to.

On the whole the speakers spoke eloquently and at the first instance even sounded covincing.

Before ending the review let us ourselves make some remark on the assertion.

No science has revealed why this two legged innocuous creature which is man, was ever created in this stupendous universe; whose short sojourn through life is like that of a rose newly sprung from the clefts of its hood, which at first is fair as the morning and full with the dew of heaven; but when a ruder breath forces open its virgin modesty, and dismantles its too youthful and unripe retirements, it begins to put on darkness, and declines to softneess and shows symptoms of a sickly age; it bows its head, breaks at its stalk; and at night having lost its spetals and all its beauty, it falls down to be scattered by wind and to merge in dust Why we are here, what is the ultimate purpose of our short stay here, no science has told or will ever be able to tell. Prophets have come and have declared some moral codes to be followed by others. They themselves were the same innocuous two legged creatures subject to same pattern of life and death. Men who were called great or thought themselves great have come and gone and have died and the dust of their remains got scattered away. Even their memoory has or will get scattered in time. This being human existence, it seems logical that from a materialists point of view that the best philosphy is to make "The only business of life is to enjoy", the basic philosopey of existence.

This is precisely what the great 12th century persian poet and mathematician Omar Khayyam, who was perhaps the most illustrious of the Epicurean philosophers. expressed in his verse.

> Why all the saints and sages who discussed of the two worlds so learnedly, are thrust liks foolish prophets forth; their words to scorn
>
> Are scattered and their mouths are stopt with dust.
> Ah, make the most of what weyet may spend, Before we too into dust descend;
> Dust into dust and under dust, to lie,
> Sans Wine, Sans song, Sans singer - Sans End!

LASER AND ITS APPLICATIONS

BY

S. C. GUPTA,

Microwave—Laboratory

1. *Introduction :*

You are well acquainted with the name of laser which is "Light Amplification by Stimulated Emission of Radiation" has its applications in different fields of Science and technology. Recently U.S.A. has used the lasers for guided bombs and missiles in *Vietnam War* and earth to moon Communication in *Apollo flight.* Lasers are used for the growth of certain types of crops like barley, pineapple etc and treating cancer and killing harmful bacteria in medical field. They are used in welding, soldering, boring and also as an oscillator, an amplifier, frequency convertor, interfeerometer, detector etc. Actually the field of applications of laser is very—wide and covers almost all fields of science e.g., in geology for studying the rocks nature, in Zoology for operation of some animals under focused beam, in chemistry for enhancing the reaction, in physics for communications and other researches on nonlinear optics and Raman scattering and use in biology, medicine etc. have been discussed already in brief.

In this article, we are especially limited to its applications in physics. Lasers are used in crystallography to study the structure of the crystal using the nonlinear properties, in nuclear physics for studying the fusion process, in electronics as an amplifier, an oscillator, detector etc, in optics to study and develop new branch of physics called "Nonlinear optics", as an interferometer, diffnractor etc. Lasers give beautiful three dimensional pictures called holography in very—bright form. It is used in spectroscopy to detect new molecular assemblies because when these assemblies are exposed to laser radiations, will emit fluorescence and phosphososcence. The analysis of spectrum recorded will give the energy difference between states and also the nature of states depending whether the fluorescence is polarized or unpolarized. An important question arises for the difference between laser and other monochromatic light sources like sodium light etc. ?

1. *Comparison of Laser Source With Incoherent Source :*—The basic properties of laser are.

   (i) highly coherent (this property is not present or [phase coherence] ordinarily in other sources).

   (Ii) monochromatic (or temporal coherence).

   (iii) directive

   (iv) high intensified due to stimulation process.

But there are other sources like highly illuminated mercury lamp and other mono- chromatic source where these are generally incoherent. So let us compare the advantage of laser with other sources of illumination which are monochromatic but incoherent physically. Monochronaticity describes phase cohererence of the radiation in the direction of propagation and coherence (spatial) describes phase colleration along the wavefront.

For the sake of comparison, consider uniphase (TEM_{oo}) mode laser radiation can be focussed at any point by lens with any desired ratio between the laser beam diameter at the lens and the lens diameter 2 a.

So maximum intensity at focal point is determined to be

$$I \text{ max.} = 2.60\, P \left(\frac{f\lambda}{a}\right)^{-2}$$

where P=total laser power
f=focal length of lens
λ=wavelength of laser

This result is obtained by tedious mathematics applied to kirchoff's formulation of Huygen's principle.

The intensity due to incoherent source at the image plane from the geometrical optics considerations is

$$I \text{ incoh} = \frac{b\, a^2}{f^2}$$

where b=power in watts/cm^2

So at the geometrical focal point, the ratio of laser beam intensity to incoherent radiation intensity is

$$F = \frac{I\,(0,0) \text{ max. (Laser)}}{I\,(0,0) \text{ (in coherent}}$$

$$= \left(\frac{2.6P}{b\lambda^2}\right) = \frac{P}{(b\lambda^2/2{\cdot}6)}$$

or, $$F = \frac{\text{Total laser power (P)}}{\text{Power radiated from a surface area of the incoherent source which is less than one square wavelength}}$$

Probably, the most intense coherent source has surface brightness 14000 candles/cm^2

where b=95 watts/cm^2
P=500 milliwatts for He-Ne laser
λ=6328A°

so the values of F found by this source is

F=345000 for green line of this incoherent source

and F=1300000 for entire visible spectrum of this incoherent source.

So lasers of milliwatt power is 10^7 times more superior than incoherent source. For lasers of 100 mega watt (ruby laser),

$F \cong 10^{16}$

This shows that lasers are more prompt in intensity and work than any other source of light.

(1) Sea depthing is usually carried out using ultrasonic waves produced from a piezoelectric crystal because these waves have less absorption than microwaves in sea water but there is always a small uncertainty in estimating the correct depth between the sea-level and object using u-waves. But laser beam which is highly coherent, intense directive and monochromatic has almost negligible absorption. Since the laser beam travels with the velocity of light and the time of departure and arrival from any distance of laser beam is noted down after reflection from the bottom of sea where a

reflector is already placed to reflect back the laser light. So accurate distance can be predicated. How is the distance between moon and earth estimated ?

(1). Laser rays are sent to moon through proper guidance of telescope situated at the earth mountain where these rays are reflected back from moon after reflection because a reflector has been placed on moon during Appolo flight. The time of departure and arrival is noted down by atomic watch. The whole system is called LASER RASING RETRO REFLECTOR testing apparatus. Researchers are now in search of very strong crystal having large nonlinear coefficient because power of these oscillations varies linearly to these coefficients whereas power variesl quadratically with the length of the crysta in phase matching condition (when phase of fundamental becomes equal to phase of harmonic) and linearly in non phase matching direction. In general, there is only one direction in these cmisotropic crystal for phase matching. So phase matching condition and large nonlinear coefficient with large crystal length are useful in producing efficient testing apparatuses.

(2) *Laser guided Bombs and Missiles.* You are well aquainted with the name of Doppler Shift because unless large Doppler Shifts have occurred in the received signal, the signal and local oscillator waveforms will be within one neon linewidth of each other. Actually this tracking is done automatically whenever the missile or bomb is in the field of view. The tracking is extremely good because these are slow moving objects possessing less acceleration and error is very small. If there is any shift in the laser light and bomb directions which can be controlled by the Doppler shift and correction required in two ways is automatically controlled. The Doppler Shift is given by

$$\triangle \nu = \frac{2\nu V}{C}$$

where V is the velocity of the bomb or missile. The size of laser is so small that you can have pocket laser.

3. *Hetrodyne-Detector :*

The heterodyne detector consists of the following components

(i) The photocell

(ii) The local oscillator (Laser oscillator)

(iii) A device for superimposing images of the local oscillator and the received signal on the photocell.

The device written in (iii) statement might take the form of a partially silvered mirror. In principle, it is possible to make such a device so that it attenuates only a negligible part of the input signal ; it could be done by making the mirror of arbitrarily high transmittance and low reflectance where the low reflectance being compensated for by arbitrary high power in the local oscillator. In practice, of course, compromises will have to be made which will result in some power being lost from the input signal. In operation of hetrodyne detector, it is assumed that there is a substantial difference frequency between the local oscillator and the input signal so that any low frequency noise existing in the local oscillator is not homodyned.

An analysis of the noise consideration and sensivity of the hetrodyne detector

is similar to that employed for radio frequency detectors. Let us consider an incident beam of the form

$$E = E_1 \cos \omega_1 t + E_2 \cos \omega_2 t$$

where E_1 refers to local oscillator and

E_2 refers to the signal.

Since $E_1 = E_2$ (because laser power = signal power) we have as a good approximation, the intensity of output as

$$I = f\left[\frac{E_1^2}{2} + E_1 E_2 \cos(\omega_1 - \omega_2)\, t\right]$$

where f is some constant.

The noise in a reduced bandwidth $\delta\nu$ centred orround $(\omega_1 - \omega_2)$ comes not only from the contribution at ω_2 but also from the noise arround $(2\omega_1 - \omega_2)$ which has been hetrodyned with the local oscillator, the two noise contributions being inseparable in any narrow band filter. So

$$I \text{ noise} = E_1 \sqrt{2 \int e \delta\nu}$$

So

$$\frac{I \text{ signal}}{I \text{ noise}} = \sqrt{\frac{q n_2}{2} \times \frac{\triangle \nu}{\delta \nu}}$$

where n_2 = photon number

q = quantum efficiency

Thus by the use of a hetrodyne detector, we have eliminated the problem of intrinsic or dark current noise and have effectively made the photocell as sensitive as theoretically possible where quantum efficiency is unity. The problems to be faced in engineering a good hetrodyne detector are (a) careful and rigid alignment of the respective wavefronts of local oscillator and signal and (b) matching the size of the two wavefronts so that they are approximately identical because if the two wavefronts are not identical in size, the ultimate signal to noise ratio will still be reduced but only by the ratio of the area involved.

4. *Laser Oscillator :*

Oscillations are achieved in microwave by varying the voltage dependent capacitance (e. g. in radio) but here in direct anology with microwave, we would expect a field dependent susceptibility to lead to parametric oscillations in an optical region because the crystal used are piezoelectric in nature.

In an optical parameteric oscillator, an optical nonlinear crystal is placed within an optical resonator. At sufficiently high pumping frequency and intensity, coherent oscillations as resulting frequencies take place simultaneously and a power output at these frequencies results. But the threshold power is proportional to $\sqrt{Q_1 Q_2}$ where Q_1 and Q_2 are quality factor at these frequencies as in microwave. If initial or pumping frequency is ω, say, the emitted oscillatory frequencies are ω_1 and ω_2 where $\omega_3 = \omega_4 + \omega_2$ and these are named as idler and signal frequencies. If the idler and signal modes are chosen that they correspond to high Q-resonances of an optical resonator. The threshold is defined as

$$\frac{\varepsilon_3}{\sqrt{\varepsilon_1 \varepsilon_3}} = \frac{1}{\sqrt{Q_1 Q_2}}$$

where e_3 is the amplitude of the effective modulation of dielectric constant at ω_3 and similarly e_1 and e_2 at ω_1 and ω_2 respectively. These oscillations were first reported by Giordmaine and Miller who used a lithium niobate crystal pumped by $CaWo_4$. Nd^{3+} laser (continus laser) at 5291μ. The frequencies (idler and signal) were tuned for perfect oscillations by varying the crystal temparature because birefringence (difference between the refractive indices at two

frequencies) had reduced to zero which means phases of two waves at two frequencies coincide with each other will produce in turn very fine oscillations due to superposition giving constructive interference. R. C Millar and S. Singh have also shown these oscillations in Barium Titanate and Barium Sodium niobate respectively. The phase matching between the frequencies can be done by cutting the crystal and controlling the angle of incidence with respect to the optic axes These oscillators or lasers may be used to explode hydrogen bombs using Thrmonuclear fusion process (TNF). This is a process in which atoms of hydrogen are fused together, releasing a huge amount of energy, as it happens in the interior of the sun and in the so called *hydrogen bomb.* If the fusion of hydrogen which takes place in the sun could be carried out under controlled conditions on earth, sea water could provide pollusion fuel for the world for a million years to come So laser may be used to trigger H-bomb and silent researches in U.S.A. & U.S.S.R. are going under study.

5. *Development of Non-Linear Optics :*

The idea of this optics was already in the mind of scientists in 16th century but this branch has been developed in 18th and 19th century but due to absence of high intensity source, they were unable to detect their magnitude by experimental techniques. These harmonics were measured in magnitude in 20th century when lasers have been developed because the conversion of the fundamental into the second harmonic even by laser beam is 1 part in 108 parts of fundamental. The detection system are now well developed and hence very small magnitude of second harmonic is recorded very accurately using phase matching technique and focussed laser beam. The polarization polynomial can be expressed in terms of electric field where ψ's are the susceptibilities of different orders. So.

$$P=\psi_o+\psi_1 E_1+\psi_2 E^2+\psi_3 E^3+\ldots\ldots$$

where $\psi_o >> \psi_1, >>\psi_2 \ldots\ldots$

Relation $P=\psi_0+\psi_1 E$ develops the linear optics whereas higher order terms added to it develops non-linear optics. Isotropic crystals do not result any harmonics generations but anisotropic crystals are used which are either uniaxial (one optic axis) or biaxial (two optic axes) because we have different nonlinear coefficients in different directions due to variation of refractive index in anisotropic crystal even with same magnitude of electric fields.

These crystals must lack from centre of inversion in order to develop this branch. For second harmonic generation, the susceptibilities are forming a matrix of 27 elements which are further reduced using the Kleinman's conjecture due to symmetry operations because

$$\psi_{ijk} = \psi_{jki} = \psi_{kij}$$

and hence twenty seven elements reduce to 18 elements. If any crystal is having some symmetry operations like mirror plane etc., these elements further reduced to few elements. The conversion efficiency upto 90% has been achieved using Yar laser because in this case, the fundamental as well as second harmonic both are transparent to the crystal and there is negligible absorption of these in the crystal. Upto the recent researches, Barium Sodium Niobate was the strongest crystal having an optical nonlinear coefficient$=108\times10^{12}$ esu. About ninety such crystals have been studied so far and few of them have grown in laboratory. These crystals are used in communications and other oscillatory circuits.

Heat Pipe : An Excellent Thermal Conductor

RAKESH KUMAR POPLI
M Sc. (Prev.) P I

The problem of heat conduction arises in most engineering appliances. Conduction may be necessary in some systems for converting heat into some other useful form of energy (e.g. electricity) ; in other systems (and their number is enormous), it may be required to cool the parts of mechanical, electrical or electronic equipment. A typical example of the former type of systems is a nuclear reactor where lot of heat is generated. This has to be brought out of the reactor chamber and converted into electrical energy. It is desirable for the heat to be transferred without having appreciable temperature difference between the source and the user of energy.

An interesting example of the latter type is a spacecraft. Although, in space, things may be cooled only by radiation, conduction remains to be of crucial importance, because efficient radiation requires the spreading of heat over large area (without lowering the temperature, for that will decrease the rate of radiation), and this is sought to be achieved by conduction.

Metals as Conductors :

Metals like silver and copper are very good conductors of electricity. As may be expected, these are also the best of thermal conductors. However, the absolute values of their thermal conductivities are rather poor. It is common experience that two pieces of copper, (having different temperatures and electrical potentials) if brought into contact, instantly come to equal electrical potentials, but temperature equalisation is not that quick.

This may be accomplished either by making use of gravity or by a pump. Whereas the former method imposes the limitation that the source must be at a lower level than the sink (and thus is totally useless for space systems), the latter involves the use of one more instrument, thus increasing the complexity as well as the cost.

Surface Tension Comes into Picture :

Yes, surface tension can help us. A liquid, due to this property, rises in a capillary tube if its angle of contact with the material of the tube be acute. For example, water rises in a glass capillary tube spirit in the wick of your spirit lamp which consists of innumerable capillaries) Under suitable conditions the liquid may rise to large heights.

The "Heat Pipe" :

A device, incorporating these ideas, has actually been developed by the Radio Corporation of America and is called the heat pipe. Essentially, it is an evacuated chamber (of any shape), the inner walls of which are lined with a "wick" or fine capillary structure, saturated with a volatile liquid.

At one end is the heat source where the liquid vaporises, taking its latent heat from the source. The increased vapor pressure pushes it towards the heat sink, where it condenses, giving up the latent heat to the sink or the heat receiver. The liquid then travels back to the heat source, using the capillary action of the wick.

The materials that can be used are many. The containing vessel may be made of glass, ceramic, or some metal or alloy. The liquid may be a floridated hydrocarbon, water, mercury, indium, lithium, sodium, potassium, casium, lead or a suitable inorganic salt. The "wick" may be of fiber glass or metals like molybdenum. It may be in the form of a dense wire mesh or a perforated structure.

Particular care must be taken in the choice of the operating fluid. High latent heat, low density, low viscosity, high surface tension, small angle of contact are desirable, in general, for efficient working. The b. p. of the liquid will be the operating temperature of the heat pipe.

Advantages and Uses :

The heat pipe has proved extremely useful in nuclear reactors, systems, electronic equipment, etc. It is thousands of times more efficient than the best metallic conductors. In the example cited in the beginning, a small number of heat pipes, weighing nearly 20 pounds each (they are light because they are hollow) can do the job that alternatively requires hundreds of tons of copper.

Secondly, the evaporation and condensation take place at essentially the same temperature. So, the surface of the heat pipe has uniform temperature from one end to the other. It is, therefore, extensively used as an isothermal device.

Thirdly, the source and receiver of heat may be separated by fairly large distances, without much trouble. Fourthly, it can be used for "heat flux transformation" i.e. spreading of heat over large areas (the operation of the heat pipe does not depend upon whether vaporisation takes place at a larger or smaller area than the condensation area) or concentrating heat into a small area.

If all the materials used in the heat pipe are electrical insulators (e.g. glass, glass fibre and hydrocarbon for containing vessel, wick and fluid), it has very low electrical conductivity but very high thermal conductivity. It can then be used for removing heat from high voltage installations.

It has a fairly long life (10000 hrs.), can operate against gravity and conduct powers from to 20000 watt.

Let us have a quantitative feel of this. Copper has a thermal conductivity of 0.92 cal sec^{-1} $°c^{-1}$ cm^{-1}. In other words, a rod, $1cm^2$ in cross-section, and having a temperature gradient of 1°c per em. along its length, will conduct 0.92 cal. per sec. or 3.87 Watt. To conduct 10 K watt through 1 metre across a temperature difference of 1°c will require an area of cross-section of

$$\frac{10^4 \times 10^2}{3.87} cm^2,$$

which, in case of a cylindrical bar conductor, will correspond to a diameter of nearly 5.7 meters, and the conductor

will weight no less than 250 metric tonnes !

Other Means of "Conduction" :

So, even the best conductors do not prove to be really good. Another method of transferring heat is to circulate liquids in closed paths, carrying heat bodily. You may call it "mass convection." This too turns out to be far from effective for the system described above.

Solids and liquids have already failed. What about gases and vapours ? Used as ordinary conductors or circulation materials, they are much poorer than solids and liquids.

Special Property of Vapours :

There still is hope, for, under suitable conditions, a vapour will condense and give up heat *without changing its temperature.* The resulting liquid can be carried to the heat source where it will again vaporise and take up (latent) heat from the source, again without a change in temperature.

Two questions still remain unanswered : Firstly, how will the vapour travel from the source to the user of heat ? This seems easy. With vaporisation, the vapor to pressure increases, and this will push the vapor to a place where the vapor pressure is less, i.e. the heat user. Secondly, how will the resulting liquid travel back to the source of heat ?

Odes to Nature and Thought

By

R. RAMANATHAN

I

SOLACE FOR OUR SOUL

Where are we to seek solace for our soul,
Which with mundane drudgery getting so foul ?
Is it by bowing in a temple,
With dust sticking to our perpiring temple ?
Is it by forgetting oneself in pleasure,
By indulging in Epicurean leisure ?
Nay ! It coms like an all-pervading thing,
By submerging oneself into positive (scientific)
mataphysical thinking.

THE SPECTROSPIC BINARY

II

Just amongst the throng of stellar luminosities,
There is something that is exhibiting a cosmic bellicosity.
It is none other than the speetroscopic binary,
Which is a part of heavenly finery.

It has eluded may an astronomer's telescope,
But has victimised itself to the physicist's spectroscope.
But alas ! It has many of its secrets wound,
Leaving it on the shoulders of future humanity to unwound.

III

INVESTIGATOR AND NATURE

I grope at your secrets, straining my intellect;
Yet you remain, so aloof, so secretive, shrouding yourself in darkness.

I grope at your secrets, devising odd contraptions;
Yet you houghty maiden You deem me
Solowly, to confer even a momentous glimpse.

I know, I am one in a million, of your ardent lovers;
But to none do you lift your veil, to let catch a glimpse of you.

I know the reason for your contempt,
I am but an insignificant speck of you.
But yet, Oh ! Nature ! You eternal maiden ! would you never reveal yourself ?

VARIABLE GRAVITATION—CONSTANT

BY

DALIP M. SALIWI

In future, we will be taking 'G' as a variable and not a constant as hitherto claimed. That was the highly provocative remark made by Sir Fred Hoyle, a contemporary astronomer, while giving the presidential address to the Royal Astronomical Society's annual meet. In his lecture, he laid emphasis on this highiy debatable point which is the basis of his renovated theory of the universe. Turning the corner from his original steady state theory, he lay claims that his newborn theory stands at a vantage point over all other imperfect precedent theories and produces some startling consequences, The theory, as Hoyle proclaims, calls for a general reorientation of scientific thinking because it is here, for the first time that a link is established between macrocosm (universe) and microcosm (planet earth).

The original steady state theory of the universe which Hoyle had formulated in 1948, claimed the universe being "occurred" simply as a discontinuity in space-time and that the average density of matter in the space remains constant at all times. The latter statement does not signify that the universe is like a stagnant pool because it is always brewing with activity. In the past, since the origin of the universe, clusters of galaxies were being produced and the process is still 'on' and will continue so in the future. In other words, the creation of matter from the reservoir of negative energy, will be carried over but with the proviso of the maintainence of steady state i.e. ths average density of matter remaining constant throughout in the universe. This maintainence of steady state in turn produces the 'expansion of the universe' i the distance between the galaxies increase with the increase in the creation of matter. If the matter-creation is brisk, the universe expands rapidly, on the other hand if it gets dull, then accordingly expansion slows down. While this old theory delibrately brings to our notice the changes brought about among the macro-objects in ihe universe, the new Hoyle's theory provides the insight into the various phenomena occurring in macro-objects as well as micro-objects.

The novel concept that G is not a constant but a variable in time not only brings a new look on the planetary, stellar and geophysical aspects but may also provide clues for certain unsolved puzzles of the universe. How these "possible" alterations are being claimed by Hoyle and how clevcrly he had argued them in the favour of his new born theory, makes us to believe the validity of the new concept.

Planetary changes

Owing to the weakening of gravitational pull, an orbit of a planet around

it's main body should not be a pure ellipse, but a gradually expanding spiral. This behaviour has been never noticed yet, either in the case of earth around sun nor moon around our earth. Hoyle claims it's verity by considering the effect to be extremely small over the period of our observations. In the case of moon, the variation with time of the mean motion can be seen as the sum of the well acknowledged slowing down caused by tidal friction, and Hoyle's new term due to a weakening gravituational field. R. R. Newton of Johns Hopkins University has put forth a foundation for this claim, according to wnich moon's motion is being cut by 25% every 10^9 years. If the 13% of this alteration be ascribed to tidal effect, the rest 12% can undubitably be linked to the weakening gravity. On the other hand, in the case of a planet, we can safely neglect the tidal term. but Hoyle's term will be evidently there. In accordance with the above. Hoyle had calculated the corresponding age of the universe io be 1.7×10^{10} years—a value extremely good in the presumption of our knowledge about the age of Galaxy.

Stellar changes

Variation of G with time has considerable effect on stellar luminosity—making it to vary in vary in versely as the fourth power of time. Consequently, stars born in the infancy of the universe would have been for more luminous and quicker to evolve than those which are younger. Further, the oldest galaxy by now should be the least luminous—a precedent idea held by the fact of anamalously low mass-to-light ratios of old elliptical galaxies.

Geophysical changes

The crucial test of Hoyle's theory lies indeed in the geophysical variations. Hoyle claims that the earth was very much closer to sun in the beginning of it's origin than now. At such a state, the value of solar luminosity would have been three times the present, the solar constant five times as high, and all the more, these having conspicious effects on biological and geological evidences. According to the assumed age of the earth to be 4.5×10^9 years, it's temperature may have been 100°c. This creates a fascinating situation—earth brewing with boiling oceans and massive vapour clouds. At this juncture, Hoyle claims that oceans need no have boiled away; but instead an equilibrium between atmospheric vapour pressure and liquid ocean could have been established. It may have happened that the accumulation of clouds could have attenuated the temperature effect of the solar flux, thereby only fourth root of the effect of high solar constant would have been felt at ground level.

Life on earth is estimated to have originated 3×10^9 years ago ; the earth's surface temperature at this state could be assumed to be 85°c. Hoyle directly wiped off this obstacle by his observation that unicellular life can survive high temperatures. Hoyle further lay claims that it gives a neat explanation of the puzzling time gap between the origin of bacteric and the eventful evolution of multicellular life forms.

The existence of 'Continental Drift' is still a controversy among the geophysicists. The non-validity is claimed on

the basis of the requirement of prohibitively large forces. Hoyle's theory supports the Continental Drift by showing the presence of such forces. Hoyle postulates a crust about 300 km thick, the material underlying this crust being subject to intense pressure and thereby heating it to a fluid point with consequent drop in density. This leads to convection, and as gravity weakens, the radius of the earth would expand. The expansion may be ranging from 50 km to 100 km every 10^9 years, and thus the crust would scarcely be able to resist fragmentation.

The worst obstacle and challenges

The only exception which Hoyle could not neatly fight out is the formation of ice over 10^9 years ago based on geological evidences. According to Hoyle's model, ice cannot exist at those presumed temperatures. Even considering the temperature gradient of 25° between equator and pole, and the elevation of land masses to cooler altitudes, yet Hoyle finds himself in trouble. And indeed Hoyle confessed that it is the worst possible obstacle which might lead to the failure of his model. Further the theory has thrown challenges to biochemistry, geophysics and meteorology, and put forward debatable questions; whether life could form under the prevailing conditions or not a question of the stability of organic molecules ? Whether the decrease in G eventually leads to plate or porridge ? Hence the new concept still remains an open question. Whether it will some day be established or whether it will remain only a futile gesture on the part of Hoyle and thus his theory a highly contradictory one, will be seen in the years to come.

REFERENCES

1. Rethinking Universe, New Scientist, 2 March 72.

2. Frontiers of Astronomy, Fred Hoyle.

MICRO—ELECTRONICS

ASHOK KUMAR KALRA
M.Sc. (Prev.) P 3

At least some time ago, radio was considered to be a status symbol. But now even in a remote tiny village one finds a chanawala enjoying Vividhabharti on his little transistor. Thanks to electronics. Days are not far when we would have wrist-watch transistor (or even as small as to fit in sides of your spectacle or goggles).

Wristwatch transistor, portable T.V. (as small as half of this spectrum), an invisible hearing aid, desk top computer and so many are the latest wonders of micro-electronics. There is termendous reduction in size and weight and ehancement of reliability and lowering of cost. It is this technology which goes into satellites, the rockets, the Appollo's and all the latest things.

Microelectronic devices are many times smaller and lighter than heretofore possible. Microelectronics orginated with the weight and space requirements of missiles and space research. With micro-electronics the reduction is as large as one million as compared to vaccum tubes for an overall system. For radio valves and transitor packing density is 10^{-3} components/cm^3 and 1 compt/cm^3 resp. whereas microelectronics has reduced it by 10^{-3} comp./cm.^{3}

Accompanying the desire for overall reduction in weight and volume was the need to reduce power consumption. The need was felt in aerospace where the weight of necessary power-producing equipmet often becomes more than that of equipment itself. In microelectronics, the tiny solar cell is used as power supply.

Present days electronic system has to become complex consisting of hundreds of thousands separate parts and components which result in large system unreliability and possibilty of breakdowns. Miniaturization often results in reduction in number of components in the equipment and number of soldered connections is reduced. Also the resistance of components to such environmental factors such as shock; vibrations and temperature changes can be increased by redncing the mass and dimensions of the components, the same is true for the completed equipment. Hence miniaturization, helps in all above cases increasing the reliability of equipment many times. For example if the meantime between failures for a large digital computer is 10 hour for valve circuit and 250 hours for transistor circuit, for microelectronics integerated circuit it is 2000 hours.

Not only the circuit will become smaller, faster and more reliable but cost will also be reduced. The cost of radio receiver with imported integrated circuits (IC) will come out to be Rs. 30/-.

When the indigenous IC would be available the reduction would be much more say Rs. 10/-.

The general approaches to micro-electronics can be divided into following catagories.

(i) Micro-modules.

(ii) Thin film integrated circuits.

(iii) Semi conductor integrated circuit or Solid State Circuit.

(i) Micro-modules :—

The micro-module technique, primarily consists of miniaturization of discrete conventional electronics parts and hardwares, transistorization printed circuit technique and tighter packing. In printed circuit most of the wiring is eliminated and layout of components is systematised. Printed circuits are made by etching interconnection patterns on a copper-clad laminate and soldering components at back. Multilayer boards with plated-through holes could increase the packing density further to achieve higher packing density, conventional components are being redesigned to standard forms and shapes such as wafers, cards, welded modules high density blocks.

Thin film integrated Circuits :—

In this scheme is deposited an entire electronic circuit resistors, capacitors etc. on a flat base material (usually glass or ceramic) called a 'substrate'. Resistance are obtained by simply depositing a long strip of conductive (i.e. matallic) material. To obtain a high resistance the thin film should be narrow, thin and long and for low resistance, a wide and thick pattern should be employed. These films are 2000 A° to 4000 A° thick.

Capaciters are obtained by depositing films on two sides of substrate with a controlled thickness. Very small values may be obtained by paralleling two deposited strips on same side of substrate. Another method of making the capacitor is to first deposit the metallic thin film, then cause it to become oxdised and then plate another metal film over the oxide, then parallel plate capacitor is formed.

Same film serves as conductor to interconnect these components as well as semiconductor transistor in the circuit. All this film deposition is accompolished by vaccum evaporation or sputtering, or photograining, chemical methods etc. Metal used for deposition is tantalum. Tantlum's high sheet resistivity low temperature co-efficient, stability, corrosian resistance, amenability to being formed into very fine lines and reproductibility make it desireable for resistor. It's oxides provides the dielectric for capacitor.

To date only passive (non-amplyfying) components-resistor, capacitor and inductors are being made by thin film techniques but investigations are proceding to make active components (transistors) in the same way.

Semi conductor integrated circuit :—

This system is described by several names as solid state circuits, molecular electronics, integrated microcircuts, solid circuits and others In this whole circuit is formed from a slab of semi-conducting material-say sillicon. From this slab rsesistance, capacitance, diodes and transitors are formed. The essential idea in this is to alter and rearrange the internal physical properties of solid material to

perform a circut function more complicated than that performed by an individual component. The single crystal of an integrated micro-circuit replaces a number of conventional electronic components.

This microcircuit is usually formed by the controlled diffusion of impurities into small blocks of sillicon and under a layer of Sillicon-oxide. Various techniques, such as vapour growth, planting, etching and alloying transform the structure of solid block into multizone crystal capable of functioning as a complete circut.

To illustrate the procedure, consider a block of P type sillicon possessing a fairly high resistivity. If we now apply ohmit or non-rectifying contacts to the ends of block, a resistor is formed. A capacitor can be formed by depositing metal film on either side of diffused junction. By applying reverse voltage we get a capacitor. Similarly transistors etc. can be made from same crystal. On a single crystal sillicon wafer of Scm. diameter, we can have as many as 1500 Ic's (integrated circuts . So to make a radio receivers, you need a few crystals of above type.

Two more new approaches 'Ion Beam Deposition' and 'Electron Beam Activation' currently under investigation posses promise to duplicate the neuron density in a human brain which is of the order 10 comp./cm While former comprises writing transistor as if on a slate, the latter involves machining.

We, in India, have also realised its importance. Research and developments with a view to generate Indigenous know-how and technical competence were begun in the country around 1965. Few national research laboratories and IIT's have taken up the task. IIT's have also introduced a course on micro-electronics in their post graduate curricular. In produetion side also few concerns are finalising their preparation. A number of organisations both in public and private sectors are engaged in the development of electronic instruments aad systems using imported IC's. Some of you must how seen advertisement in newspaper, of some T.V. manufactures claiming to be using Integrated circuts.

Microelectronics have a good hand in improving military operations. A seif borne computer controls trajectories of missiles. with transreceiver fitting into their helmets, there will be instant communcation between infantry units. Micro-radar are no larger than a hand torch will probe enemy terrain. Micro-electronics will be of great help in spying. Many of the fictitious things used in spy movies and stories are coming true.

Micro-electronics will help a lot in personal communication. With pocket side radio telephons, with each unit capable of being dialled directly from every other units with signals transmitted hrough a relay station to satellite, one will be able to contact anyone any moment. How you will remember so many numbers ? Again microelectronics will come to your rescue, you can carry a computer to assist you.

The Tale Of a Teacher

Divakar Rangra M.Sc. (Prev.)

In some University
A teacher was he
Used to teach B.Sc.
For he himself was M.Sc.
His subject was electricity.

Once on a day cloudy
He thought of being a Ph.D.
But what should he
Consider the point of research be
Didn't want help, being proudy

All his efforts were in vain
For the moment was just to rain

At least, during rain
when there was spark in sky
His brain started vibrating so high
He got for his research the point main

Hear the idea, don't be in surprise
"On that rod why should electricity fall
When there is a building so tall"

Let us pray to get him Nobel prize.

SCIENCE QUIZ

By

Dilip M. Salwi M.Sc. (Final)

The year that has just passed away reminds everyone a mixture of all-splendour on one side and spicy on the other. But especially for us, the science students, generally claimed as 'book-worms' by their fellow counterparts, it was 'International Book Year' sponspored by UNESCO. The quiz below, if closely examined is not of books but in fact 'master pieces'. The master pieces which are the torch-bearers of the ones today—we still admire these master pieces are given here with a clue for you to detect.

I. The scientist who wrote :

(a) *On the Sacred Disease :* With the help of this book, this ancient physician was able to remove God or Devils interfering with diseases from the mind of people.

(b) *Nomenclature and Elementary Treatise of Chemistry :* These are the books on which modern chemistry is founded upon.

(c) *New Experiments Physico-Mechanical, Touching the Spring of the Air, and it's Effects :* The book describes the experiments conducted by the scientist on air.

(d) *Opus Majus :* The first stress for the urgent need of experimental science was conveyed to the people by the help of this book.

(e) *The Newer Alchemy :* In this book the scientist verified alchemists' view of transmutation of elements into one another by his modern research work.

(f) *Plant Hybridization :* The book in which the basic laws of Genetics were described for the first time.

(g) *Mathematical Measurements of Electric Currents :* The book in which the basic law of current flow was enunciated for the first time.

(h) *The Structure of the Human Body :* This is the first book on anatomy which gave a correct account of structure of man.

II. The book written by :

(a) Kepler about astronomical telescopes.

(b) Hooke based on his detailed observations of plants and animals with the help of microscope.

(c) Paracelus for describing the use of chemistry in making medicines.

(d) Darwin, in which he had given the theory of evolution by natural selection.

(e) Galileo, in the form of conversation between two persons, each supporter of a theory of universe.

(f) Newton, in which he gave 'his three laws of motion.

(g) Copernicus, which created a revolution' among the scientists leading to the birth of Newtonian physics.

(h) Dirac, on Quantum Theory.

Solution to Science Quiz : Books

1. (a) Hippocrates (b) A. L Lavoisier (c) Robert Boyle (d) Roger Bacon (e) Lord Ernest Rutherford (f) G. J. Mendel (g) G. S. Ohm (h) Andreas Vesalius.

2. (a) Dioptrice (b) Micrographia (c) Dawn of Medicine (d) Origin of Species (e) Dialogues Concerning the Two Principal Systems of the World (f) Principal (g) De revolutionibus Orbium coelestium (h) The principles of Quantum Mechanics.

ANECDOTES

BY

R. VIJYA RAGHAVAN

1. Daiel Bernoulli was a great mathematician of ais time. He was a very simpie and modest man, as all greatmen generally are. He used to tell his friends one instance, which he said had given him more pleasure than all other honours he had recieved.

One day, while travelling, Bernaulli came into contact with a stranger who was quite learned. After some conversation, the stranger asked his name "I am Daniel Bernoulli", he said with great modesty. "And I" said the stranger (who thought he meant to laugh at him) "am Issac Newton".

2. Archimedes was a very keen observer and his death was a tragedy. He used to draw his geometrical figures on the sand. One day as usual, he drew his figures on the sand and was completely absorbed in them. At that time some Roman soldier was approaching him. Archimedes thought that the soldier would spoil his drawings. He shouted at the soldier "Do n't disturb my figures". The soldier got annoyed and Killed Archimedes.

3. Wolfgang Pauli whose name is associated with Pauli's Exclusion Principle was a great theoetical Physicist. In fact, the outstanding of a theoetical Physicist is said to be measured in terms of his ability to break delicate devices merely by touching them. This stood true in case of Pauli, apparatus would fall, break and shatter or burn when he merely walked into a laboratory. The incident which confims it is :—

The explosion of some elaborate vacuum equipment in James Frank's laboatory at the university of Gottingen has been directly attributed to the Pauli Effect, It was later definitely established that the mishap had occured at the exact time a train cerrying Pauli had stopped momentarily at the Gottingen Railroad station".

4. Sir Alexander Fleming made his discovery of Pencillin while working in a dusty old laboratory.

Some years later, he was taken on a tour of an up-to-date research laboratory, With gleaming, airconditioned, dust free supersterile setting.

"What a pity you did not have a place like this to work in", his guide said "what you could have discovered in such a surrounding..... Not the Pencillin." Fleming observed.

SUN SPOTS

BY

V. SAMBASIVAN

The features of solar activity most familiar to scientists are the So-called Sunspots and solar prominences, the eruption of hot and luminous gases that sometimes rise to a height of thousands of kilometers above the surface. These dark areas are produced by the most intense magnetic fields in the sun which produce cooling most likely by supressing the normal convection that transports energy upwards.

High telescopic magnification reveals the detailed structure of sunspot, the dark central core ϕ known as the umbra bounded by a less dark region, the penumbra. In places the filaments of the penumbra project like patches of hay round the edges of a haystack. Sunspots occur singly or in groups but their activity in groups are govened by characteristics like complexity and rapid growth. Sunspots have magnetic polarities associated with them. We have unipolar spots, i.e. a spot may occur with a single magnetic polarity or a bipolar spot group consisting of two spots, the preceeding one having opposite polarity from the following. The larger sunspots are more complex but there is a dominance of one polarity in one region and the opposite polarity in the other.

There is a remarkable periodicity of Sunspots, a phenomenon which has not yet received satisfactory explanation. Surprisingly there are no complete observations of the detailed lifecycle of Sunposts. Only daily pictures of some groups which are not sufficient for details are all that is available; However it is known that the outbreak of sunposts reaches a peak in 11 to $11\frac{1}{2}$ years. In the 11 year peak the polarities of the spots in a particular region are reversed. To come to how the groups appear; usually an active group begins as an outbreak of many small spots over a wide area. In the growing phase it shows bright 'plages'. Sometimes this will last for a few days and the group will disipate. Large spots begin to appear and groups may be formed but in the later stages the complexities are resolved and what is left is either a simple bipolar group or even a large spot which fades away. Occasionally a such a round spot may split up and show a burst of activity eg a solar flare (another feature of solar activity). It is found that there is a strong tendency for sunspot activity to break out all over the sun at at the sametime. This enhances the idea that there is a general mechanism for their growth.

By means of the Babeochmagnetograph, which permits the measurement of weak megnetic fields at the Sun, it has been possible to study the connection

between the intense magnetic fields distributed all over the surface. The origin of these magnetic fields appear to be the larger sunspot groups. As the spots decay aretorn apart by motions in the solar atmosphere their magnetic fields spread out and draft towards the poles. Because the poles rotate more slowly than the ebuator in the sun the fields lag behind each sunspot group in a large region of one magnetic polarity shaped like the wing of a butierfly. Sometimes these regions may extend from 90° to 120° in longitude. Their polarity is usually that of the following sunspot polarity. As time goes by the weak fields reach the poles and establish there a dominant magnetic polarity which, because it is the same as that of the following spots is opposite to the polarity of the preceding sunspots there is a grand scheme of evolution of magnetic fields in the sun and in turn the fields produce sunspots and all their effects. However explanations mostly rest on differential notation. Since there is very little understanding of why the equator of the sun should rotate so much faster than the poles.

For many years an observatory at Zurieh has observed and collected careful daily counts of the number of sunspots and has expressed there in the form of an index of solar activity called the Zurich number this was originally devised by an astronomer. Wolf and subsequently by Wolfer a measure of sunspottedness Wolf gave ten times the emphasis to the number of groups of spots at a given time as he did to the individual spots presents. Interefere Wolf number for a given day is roughly expressed as the number resulting from adding ten times the number of groups visible to the total number of spots that can be counted on the solar disk on any given day.

Studies made suggest there is a minute influence of the periodicity of sunspots on the physics of the earth manifested in sight changes in the average yearly temperature, magnetic disturbances and the Northern Lights (Aurora). But spots and prominences are limited to a comparatively thin layer of the solar surface and probably have no more connection to the evolutionary life of the sun than slight skin irritations have with the developmental life of human beings.

Bibliography :

(1) Our sun : Menzel

(2) Birth and death of sun : Gomow

(3) Sunspots in Action

(4) Mcgraw Hill : Eneycly paedia on science.

THE LAST DAYS OF EARTH

(A sheer fictitious phantasm which might after all come true)

By

R. Ramanathan

It was an autumn morning of the year 2056. Prof. N. R. Swamy was relaxing on a sofa in his New Delhi flat, located on the 172nd floor of a residential building. At a time when even a sleeping place was not available to people, he had a three-roomed flat' This privilege was due to his important position as 'Director of High Energy Particle Research' in the Defence Ministry.

Prof. Swamy was a short man and presently he was lying with just a banian and dhoti on. His wife, Shyamala entered with a cup of hot coffee which too was a luxury these days: In spite of being 34 years old she still held that youthful poise and girlish gait and wore an everpresent soft smile on her smooth pigeon-like face.

Handing over the cup to Prof. Swamy she stood gazing at him with tender affectionate eyes :

"What for did Prime Minister Desai call you so urgently last night" she asked.

He smiled at her with a forlorn expression on his face and said, "The Russians have asked our Prime Minister to depute me to the USSR for a year. I must be leaving in another three days." "Can't you take me along? How can I live alone for a year?" she asked pathetically.

"I can't help it. I will have to leave you with your mother". He averted his face from her. For some reason a deep sense of loneliness and sorrow welled up within him.

II

The international scene was tense these days. The Malthusian law in economics had come into full operation. Humanity had multiplied in geometric progression, while productivity, both industrial and agricultural, had increased only in arithmetical progression. Therefore, there was acute shortage of everything, everywhere. There was no flora or fauna worth mentioning left on the face of the earth. Humanity had spread everywhere and there were huge cities on the seabed. Huge controlled thermonuclear fusion-powered de-salination plants were furiously desalinating sea water to feed the thirsty billions. People survived by eating industrially prepared vitamin and nucleic acid pills. Fruits and vegetables, the privileged classes occasionally had, came from huge orbiting agro-stations.

China had become the foremost power in the world. Only the USSR was able to stand up against it. After the 1992 Chinese Invasion, when the Chinese army banged at the very gates of New Delhi, India had become an inseparable

ally of the Soviet Union, to preserve its integrity. The Chinese withdrew only after India had ceded Ladakh, Arunachal Pradesh, Bhutan and Sikkim to China. Australia, Indoesia, Burma and all the other Indo-Chinese states had become Chinese provinces.

The USSR too had Iran, Iraq, Turkey and the whole of East Europe incorporated into the USSR as constituent republics. The USA had become an insignificant power in the international arena. Now it was directing its full energy in preserving its soverignty.

III

The armies these days were equipped with laser guns ; powerful, hypersonic, fixed-wing spacecrafts were equipped with heavy guided missile gamma ray laser flashes, which gave out a powerful burst of coherent gamma rays on the object they were directed on.

In the meanwhile, man had discovered materials which were unaffected by even a gamma ray burst. Armies had themselves attired in outfits made out of such materials. Therefore there was a stalemate between the offensive and defensive capabilities of nations, especially tne big powers-China and the USSR.

Ballistic missiles and H-Bombs had long gone out of vogue, since they no longer had any strategeic importance. The major powers had their strategic industries and establishments five Kms. or more underground where no H-Bomb or a A-Bomb had any effect.

Moreover all the big powers had establishments on Moon, Mars, on the asteroids and even some automatic stations on Venus and Jupiter. Thus even if a nation was destroyed on earth with H-Bombs it still had the capability to severely retaliate from its bases on Mars and Moon and the enormous number of orbiting stations around the earth, Mars and Moon.

Thus there was a paradoxical situation. Though each of the powers had the power to crush each other, yet neither had the power to crush the other completely. Even if one of the powers made a preemptive attack, destroying the other on earth, moon, mars and other orbital bases, the destroyed power will still retain enough far-flung orbital bases from which it could avenge its destruction with a crushing retaliation.

Though powerful and virile, both were totally impotent. Their impotence enhanced the hatred and blood-thirst of the men at the helm of each of the powers.

Marshal Rodion Alexsandrovitch Bukosovsky, Chairman of the Council of Ministers of USSR and Head of State, swore on each May Day Rally that he would teach a lesson to the Chinese chauvinists and hegemonists.

Chou-Shu-Jen, Chairman of the Hsin-Sheng (New life) Party which adhered only to the saying of Mao-Tse-Tung who had ruled China some seventy years ago, and Premier Feng-Hseuh-Feng of China declared on every august occasion that the Soviet international banditry would be put to an end soon.

IV

Way back in 2003, the German Particle Physicist Prof. Rudolf Wilhelm Leubcke of Max Planck Institute had theoretically propounded that all the so-called elementary particles, which till then

existed as a large number of unordered partieles, could be built in an ordered fashion out of two basic fundamental components, which he had named the Rajons and the Ramons. Basing his arguments on the stability of the so-called elementary particles that were known, Prof. Leubcke had shown that the Rajon and the Ramon would be each a million times heavier than the protons. Thus, when these particles get bound in different proportions to form an elementary particle they must have between them a binding force some $10.^{50}$ times stronger than the nuclear force, with an extremely short range.

Then by 2036, the Japanese High Energy Particle Physicist, Hideki Yamasaki. working in the joint Sino-Japanese super-high energy accelerator at the Tien-An-Men (heavenly peace) valley on the Moon had found a massive particle as a result of an accidental head-on collision of two protons in the 1 00,000 g.e.v. accellerator. Prof. Yamasaki had also found that this massive particle which was 50 times heavier than the colliding protons was released with the accompaniment of enormous energy release in the form of radiations, of wave lengths very much shorter than any known radiation i.e. of enormous frequency.

After painstaking analysis of this accidental finding of Prof. Yamasaki, the Chinese Physicists Dr. Ching Hsing-Yi and Dr. Tan Hsin-Pei had come to the conclusion that the colliding protons with the huge acceleration that they underwent in the $10.^{5}$ g.e.v. accelerator merged together in the process releasing part of the binding energy within the proton in the form of 'Leubcke Photons'. Dr. Yi had called the enormously high frequency radiation that Prof. Yamasaki had detected as the 'Leubcke-Waves' and its quantas as 'Leubcke-Photons'.

Because of this release of the binding energy Dr. Yi and Pei had said that the particle conglomerate, that resulted after the collision, had a weaker internal binding and hence was heavier.

V

Dr. Ivan Mihailovich Romanov was a thick-set, medium statured 68 year old Byelo-Russion. His high-domed forehead, deeply furrowed by years of thoughtful meditation and mundane worries, was partly covered by bushy locks of silver grey hair which finally fell like a leonine mane on the thick reddish nape of his neck. His light blue eyes had a kindly but rather sad expression about them.

Though internationally famous as a wizard of high energy particle physics-for, in his long career he had solved very tough problems in his branch of research—yet he had taken into his stride very deep wounds in his wordly life.

Nearly four decades back, when at such a young age, he was a Professor of High Energy Particle Physics at the University of Kiev, he was already famous in the international scientific circles. He had to his credit some spectacular; foundation-shaking papers. It was then that the young and graceful Natalya Kharlamova, the Computer Programmer at the Universlty, caught his attention and set his young heart aflame for the first time in his life. Her grace and beauty were marvellous, mainly due to her mixed parentage. Her father was a

handsome Russian and her mother, an Iranian beauty. The strong virility of the Russian's muscular constitution had mingled with the graceful elegance of the Persian to endow an ecstatic beauty to Natalya. To add to her beauty, were her sweet pleasant voice and intelligent face.

He had courted her and their intimate freindship had grown from strength to strength, ultimately resulting in their getting themselvles registered, as man and wife, before the District Magistrate. He felt extremely happy with his alliance with 'Nataly' as he called her. He was extremely devoted and considerate to her. It was only after the birth of a daughter, whom he had named Lyudmila, that he came to know of the infidelity of Natalya during all these years. When it came to his knowledge that, all these years Natalya had been attached to the dashing East German Cybernetist at the Kiev University, he felt thoroughly shocked. He was too broad-minded to feel shocked at her infidelity, but what hurt him was that, he had been deceived by one for whom he had so sincerely set apart so much of his time and deep feelings that sprang up from his very inner self.

He saw his relationship in a new light. What he had taken as sincere declarations of love and affection were nothing but deception and affectation, He felt totally disgusted with his relation. ship with Natalya which, in turn-kindled in him a disgust for his very existence. But the deep sense of fatherhood and extreme fondness for Lyudmila made him desist from breaking his relationship. But when the rosy cheeked Lyudmila, who took after her mother, was a girl of twelve, she got killed by an accidental spark from an atomic powered motor coach. This gave him a blow which swept away all his earthly desires. The temporal and almost illusory nature of existence made him feel totally disinterested in name and fame, that came to him without his seeking. He had come to adopt a complete non-attachment to everything, an attitude which the Buddha, more than 25 centuries back had asked people in general to adopt. To give some purpose to his existence he delved deeper into his research.

VI

The Croatian Chief Scientific Adviser to Marshal Bukosovsky, Dr. Dragutin Haramija, was a crafty man. He had come to occupy such an influential position—a position which gave him power over the future of even eminent and outstanding scientists of the USSR—through sheer craft and subtle trickery. He was without doubt an intelligent man, but his innate ability to flatter men above him and to trick and bully men below him had enabled him to rise so high that even illustrious scientisits, who, in truth, had a higher intellectual standing than him, shivered in their pants while dealing with him. In short, he was a scientist-politician, a veritable jackal

Dr. Haramija was pacing, back and forth, behind the big glittering high-strength fibreglass table. His office was lavishly, but tastelessly furnished, in keeping with his pompous and ostentatious nature. He was awaiting the arrival of Prof. Romanov, whom he had summoned to his office. The tall Groation jackal gloated over his power. He got sadistic pleasure by making the

inherently illustrious, but externally powerless, scientists cower and perspire in his presence; for, if they did not exhibit submissiveness their future would be in jeopardy. But the indifferent old Romanov was an enigma to him, Prof Ramonov neither offended him nor submitted to his arrogant egotism, but spoke and behaved with him, in his usual calm manner.

Presently Romanov entered. In sharp contrast with the pom. ous Dr. Haramija the old profossor was clad in an attire which would have put even a tramp's clothing to shame, for Dr. Romanov had not cared to buy new clothing for himself in the past three decades. He wore a faded coat mended at many places, but wore it with dignity and was immaculately clean as he had been from his childhood. Entering, he courtesied and said, "What for have you summoned me again to your presence, Dr. Dragutin ? Have you not finalised our project yet ?"

"No, it is not for that, That matter is settled. I want to ask you why you have included an Indian Dr Zwamee in your team. You could very well have found a trajectory computation expert from within the Soviet Union", Dr. Harmija exclaimed. He stressed the name of Dr. Swamy as Zwamee which was characteristic of his Serbo-Croataian mother-tongue.

"Well, it is not out of any partiality or idiosyncracy of mine that I have included him in our team. It is because he is the most illustrious physicist in high energy particle trajectory computation. In fact, when it was found that at very high energies the relativistic four dimentional trajectory computation somehow failed completely, it was he who propounded the drastic theory that at immensely high energies, energy must also be treated as an independent coordinate. It is his highly complicated five dimensional trajectory computation that fully tallies wi.h reality."

"Moreover", Romanov continued "he is from a country which is a staunch soviet ally and the trajectory computation of very high accuracy is of paramount importance for causing head-on collision of two super high energy Protons, which could only be done with an expert of Dr. Swamy's stature".

Dr. Dragutin nodded He could say nothing against.

VII

The Novo-Chernyetskoye super high energy particle accelerator had been built on Mars a few years ago under the overall supervision of Prof. Romanov. It was a gigantic controlled thermonuclear fusion reactor-powered accelerator. It had an enormous acceleration capability of a million g.e.v. Now a big team under Dr. Romanov was trying to bring two protons into head-on collision, after accelerating them to enormous energies which the gigantic accelerator afforded them. They had programmed the computers according to the trajectory equations of Prof. Swamy. They at last succeeded in bringing a number of protons simultaneously into head-on collission, with the result that enormous energy in the form of Leubcke-photons were emitted which were deflected away from Mars with the help of very powerfull magnetic fields generated by heavy super-conducting platinum coils. Now

were almost in conjunction (i.e. nearly along a straight line with Sun and Jupiter on the exteremities), the collapse of the earth increased the gravitational pull of Jupiter away from the Sun, on Mars, and made Mars move on a hyperbolic course. Thus, Mars raced farther and farther away from the Sun, to get lost in the dark immensity of Cosmos, and into the fathomless recess of eternity.

D.U.P. No. 1189—23-1-73—500 Copies.

हिन्दी विभाग

Towards development!

By Srilata Swaminathan

PROF. Sharma: My dear Dr. Aiyar, what a delightful surprise! It's ages since we last met. I was most disappointed that you were not at the Seminar on Hypothetical Ideological Action for Ambivalent Self-Reliant Policies towards a Global Conceptual Strategy. We had two delightful weeks in Hawaii. I was sure that you would be there.

Dr. Aiyar: Well, I was invited but I had already accepted an invitation to the World Conference in Tokyo on Co-ordinated International Publicity towards Spasmodic Conceptual Disorientation of Third World Processes in Radical Paranoid Societies and as I had already submitted my paper on Macro-Awareness towards Doctrinaire Strategies I couldn't get out it.

Prof. Sharma: Lets have a cup of coffee. You are on the Geneva flight, aren't you?

Dr. Aiyar: Yes, but I'm not stopping at Geneva but catching another flight to Oslo.

Prof. Sharma: You mean you are not attending the Conference for Complex Interlocking Commitment towards Catastrophic Ecumenical Liberation through Symbiotic Grass-roots Rhetoric?

Dr. Aiyar: I'm afraid I can't because the Oslo Conference is the follow-up on the Seminar on Divergent Structural Escalations Arising from Conditioned Neo-colonialist Propaganda that we had attended in Manila together three months ago and I am very keen to follow up our findings on Uncritical Dialogical Fermentation in the field of Bureaucratic Issue-Oriented Paralysis and the Oslo conference is just the thing to sew it up. I'm sorry that you won't be there because your paper on Ongoing Political Deductions on Perverse Moralistic Documentation would have been very appropriate – very appropriate!

Prof. Sharma: Ah! I'm so glad you think so because it caused a furore when I presented it. A lot of our colleagues from the north-east Pacific bloc were very critical as it upset all their notions on connected doctrinaire evaluations but the African bloc strongly sided with my views.

Dr. Aiyar: I have never been able to grasp why the naive dialogical disorientation of certain fragmentary disciplines is given so much publicity? Do you think it is because major aid for spasmodic capitalistic planning is leading to fundamental unstructured affluence?

Prof. Sharma: Partly that and also partly because the theories of polarised under-development vis-a-vis the superficial elitist crisis of today is leading inexorably to a mammoth divergency of revolutionary-orientated neo-consumerist greed.

Dr. Aiyar: You are right! We must make a concerted effort to polarise the economistic and ambivalent processes of random fundamentalism which can only lead to a spatial, micro-level escalation of the peripheral and eclectic malfunctions.

Prof. Sharma: Exactly! And don't forget the simplistic planning of pseudo-environmental hazards to the psychological interaction between biological conditions of osmosis in society.

Dr. Aiyar: Definitely! How long is your conference in Geneva?

Prof. Sharma: It's just ten days and after that I go on to a seminar in Tasmania. They are chartering planes to take us on field trips so that we can personally evaluate the mixed economy of anthropological corruption in nomadic imperialistic documentation of complex rural progress.

Dr. Aiyar: We must take this up in October at the Montreal Seminar for the ...

Announcement: Calling all passengers for Geneva. Kindly board the coach at exit one. Calling all Geneva passengers ...

अपनी बात

प्रिय पाठक,

'स्पैक्ट्रम' का हिन्दी विभाग प्रस्तुत करते हुए हम विशेष हर्ष का अनुभव करते हैं, न केवल इसलिए कि यह आपके लिए एक नई सामग्री है, अपितु इसलिए भी कि आज के भारत में इसका विशेष महत्त्व है।

इसे दुर्भाग्यपूर्ण ही कहा जाएगा कि एक स्वतन्त्र देश के नागरिकों की शिक्षा—विशेषत: विज्ञान-शिक्षा—का माध्यम आदि से अन्त तक एक विदेशी भाषा हो। विज्ञान को जब तक जन-भाषा में नहीं रखा जाएगा, तब तक न तो साधारण व्यक्ति उसे अपने जीवन का अंग समझेगा, और न ही वह अपने दैनिक जीवन से अवैज्ञानिक रंग-ढंग को दूर कर सकेगा। स्वतन्त्रता के रजत-जयन्ती-वर्ष में इस विषय पर ध्यान देना अति आवश्यक है। हमारा आग्रह है कि 'स्पैक्ट्रम' के छोटे-से हिन्दी-विभाग को इस छोटे स्वरूप में न देखते हुए इसे उपर्लिखित दिशा में एक बहुत बड़ी क्रान्ति का प्रथम पग समझा जाए।

विज्ञान हिन्दी में लिखना कहाँ तक सम्भव और व्यावहारिक है? इस प्रश्न का उत्तर पत्रिका के पृष्ठ स्वयं ही दे देंगे हम इतना ही कहेंगे कि इस बारे में भौतिकी विभाग के सदस्यों में बहुत उत्साह है—हमारी आशाओं से कहीं अधिक। इस अंक के उत्साही लेखकों को बधाई देते हुए हम आशा करते हैं कि आने वाले समय में यह उत्साह, यह उमंग और हिन्दी में पाठकों की रुचि बढ़ती ही जाएगी।

शुभ कामनाओं सहित—

सम्पादक

विज्ञान हिन्दी में क्यों ?

—सतीश कुमार गोयल, विज्ञान निष्णात (पूर्वार्द्ध)

आपको मालूम ही होगा अभी पिछले दिनों 'स्पेक्ट्रम' में हिन्दी विभाग बनाने के प्रश्न पर अच्छा खासा विवाद खड़ा हुआ था। प्रश्न है आखिर हिन्दी विभाग ही क्यों ? आसामी, पंजाबी या तमिल इत्यादि विभाग क्यों नहीं ? और इससे भी बढ़ कर, एक और विभाग की आवश्यकता ही क्या है ? क्या केवल अंग्रेजी में छपा 'स्पेक्ट्रम' ही कम (बोर) है ? बात कम या ज्यादा की नहीं। बात असलियत में यह है कि हिंदी और अंग्रेजी ही दो ऐसी भाषाएँ हैं जिनमें एक प्रान्त के व्यक्ति दूसरे प्रान्त के व्यक्तियों से बातचीत कर सकते हैं, अन्य किसी भारतीय भाषा में ऐसा सम्भव नहीं। इसलिए यदि हमें एक और विभाग बनाना है तो वह हिंदी में ही होना चाहिए। यह सही है कि बहुत से व्यक्ति उस श्रेणी में आते हैं जिन्हें हिंदी भली भाँति नहीं आती या वे इसे सरलता पूर्वक पढ़ नहीं सकते, उन्हें प्रत्यक्ष रूप में इसका कोई लाभ नहीं मालूम होगा लेकिन वे भी दूसरों की साधारण सी सहायता से उसे समझ सकेंगे। लेकिन इसी विभाग के किसी प्रादेशिक भाषा में होने पर इसे समझना अधिकतर विद्यार्थियों इत्यादि के लिए असाधारण रूप से कठिन होगा। यहाँ यह न भूलना चाहिए कि विज्ञान संकाय में किसी प्रान्त विशेष के व्यक्तियों की संख्या बहुत अधिक नहीं है और हिंदी लगभग सभी को आती है।

इससे भी महत्त्वपूर्ण बात है कि हिन्दी-विभाग की आवश्यकता क्या है ? क्या आपने कभी सोचा है कि हमारे देश में विज्ञान की प्रगति अब तक दूसरे देशों की तुलना में इतनी कम क्यों है ? हम विज्ञान और तकनीकी-शिक्षा के क्षेत्र में आत्मनिर्भर क्यों नहीं हैं ? क्या जापान, रूस, चीन, फ्रांस, जर्मनी इत्यादि देशों में भी शिक्षा—विशेष तौर पर विज्ञान शिक्षा-का माध्यम अंग्रेजी है ? क्या हम स्वाधीनता प्राप्त करने के २५ वर्ष पश्चात् भी विज्ञान की शिक्षा अपनी राष्ट्र भाषा में नहीं दे सकते ? आप कहेंगे यह सब पुरानी घिसी-पिटी बेकार बातें हैं, इनसे कुछ नहीं होने वाला। होगा तो तभी जब हम कुछ करना चाहेंगे। सोते हुए शेर के मुख में तो हिरन जाने से रहा—

उद्यमेन हि सिद्ध्यन्ति कार्याणि न मनोपथैः।
न हि सुप्तस्य सिंहस्य प्रविशन्ति मुखे मृगाः॥

× × × ×

"श्रमं बिना न किमपि साध्यम्"

यह सब बातें पुरानी अवश्य हैं लेकिन सारगर्भित हैं। इन पर धैर्यपूर्वक एवं निष्पक्ष रूप से विचार करने की आवश्यकता है। केवल हिंदी के नाम पर उत्तेजित होकर दंगेफसाद करने पर आमादा हो जाना कहाँ तक उचित है ? क्या कोई प्रादेशिक भाषा राष्ट्रभाषा का कार्य कर सकती है ? इन प्रश्नों पर विचार करके हम इसी निष्कर्ष पर पहुँचते हैं कि 'भारतवर्ष में विज्ञान का प्रचार राष्ट्र भाषा में ही सम्भव है' इस से सहमत होना ही पर्याप्त नहीं है बल्कि यह होना ही चाहिए। लेकिन इसके लिए जरूरत है उच्च स्तर की हिन्दी भाषा में मुद्रित विज्ञान पुस्तकों की—एक बड़ी मात्रा में—स्नातकों एवं स्नातकोतरों दोनों के लिए।

आज के विद्यार्थी ही कल के अध्यापक और राष्ट्र के कर्णधार होंगे। यदि हम ही अपनी राष्ट्रभाषा के परिमार्जन के लिए कुछ नहीं करेंगे तो और किससे यह आशा की जा सकती है। विश्व प्रसिद्ध भारतीय वैज्ञानिकों डा० सत्येन बोस, डा० रमन, डा० कृष्णन इत्यादि ने कहा है कि विदेशी भाषाओं के सहारे किसी भी क्षेत्र में सराहनीय कार्य करना असम्भव है। यह केवल उनके कहने की ही बात नहीं थी, वे सभी विज्ञान के गूढ़तम विषयों पर भी अपनी-अपनी मातृभाषा में धाराप्रवाह रूप से बोल सकने की क्षमता रखते थे अथवा रखते हैं। इसी संदर्भ में मैं आपका ध्यान 'हिंदी समिति, सूचना विभाग, लखनऊ, उत्तर प्रदेश' की ओर दिलाना चाहूँगा। इसने हिन्दी भाषा में उच्चकोटि का वैज्ञानिक साहित्य उपलब्ध कराने के उद्देश्य से 'हिन्दी समिति ग्रन्थमाला' का समारम्भ किया है। इसके प्रथम चरण में ३०० ख्याति प्राप्त अंग्रेजी पुस्तकों के हिन्दी अनुवाद का कार्य लगभग समाप्त किया जा चुका है। इस शृंखला की कुछ पुस्तकें दिल्ली विश्वविद्यालय पुस्तकालय के हिन्दी विभाग में उपलब्ध हैं। ये पुस्तकें (अर्थात् हिन्दी अनुवाद) बहुत ही सरल हैं और भाषा का साधारण ज्ञान रखने वाले व्यक्ति को सुगमतापूर्वक समझ आ सकती हैं। अनुवाद कार्य विद्वानों एवं अपने-अपने विषय में पारंगत महानुभावों द्वारा सम्पन्न किया गया है। यही नहीं, वैज्ञानिक एवं औद्योगिक अनुसंधान परिषद् (C.S.I.R.) पिछले काफी समय से 'विज्ञान-प्रगति' नामक हिन्दी मासिक पत्रिका निकाल रही है जिसमें अनेक प्रसिद्ध वैज्ञानिकों के लेख प्रकाशित होते हैं।

विद्यार्थियों के इस विषय में क्या विचार हैं यह जानने की इच्छा से मैंने यह बात कि 'जिन पुस्तकों का आप लोग आजकल अध्ययन करते हैं उनमें से कुछ का अच्छा हिंदी अनुवाद हो चुका है। उदाहरण के तौर पर आपेक्षिकता का अभिप्राय' नाम की पुस्तक 'The Meaning of Relativity' by Einstein का हिन्दी अनुवाद है। इसके अनुवादक हैं डा० देवीदास रघुनाथ भवालकर तथा डा० निहालकरण सेठी।

कुछ मित्रों को बताई, तो वे लोग इस प्रकार हँसे जैसे कोई अत्यधिक असंगत, असामयिक एवं मिथ्या बात कह दी गयी हो, और 'यार यह इम्पौसीबिल है', 'ओए हिंदी का चांस नहीं है' इत्यादि उत्तर मिले। आप भी कहते होंगे हिन्दी में तो यह सब बहुत मुश्किल है। शायद उतना नहीं जितना आप समझते हैं, जैसा कि इस विभाग के अन्य वैज्ञानिक लेखों को पढ़ने पर स्वयं ही स्पष्ट हो जाएगा। और यदि शुरू से ही आपने हिन्दी में पढ़ा होता तब तो यह अत्यन्त सरल होता (शायद अंग्रेजी में जैसा लगता है उससे भी अधिक सरल) ऐसा और कब तक चलता रहेगा ? एक न एक दिन तो प्रारंभ करना ही होगा। और शुरू करने वाला भी कोई न कोई होना ही चाहिए। हर कार्य के श्रीगणेश में कुछ समस्याएँ तथा बाधाएँ सामने आती हैं। लेकिन उनका सफलतापूर्वक समाधान करना ही बुद्धिमत्ता का परिचायक है। तो इस विचार को ध्यान में रखते हुए क्यों न हम आज और-इसी क्षण से ही विज्ञान एवं विज्ञान शिक्षा को राष्ट्रभाषा में रूपान्तरित करने का प्रयास प्रारम्भ करें ताकि भारत के कम शिक्षा प्राप्त नर-नारी एवं जनसाधारण भी इसे समझने की चेष्टा करें एवं इसमें रुचि ले सकें। आजकल सर्वसाधारण विज्ञान को एक अत्यन्त कठिन, रुचि हीन एवं गूढ़ विषय समझते हैं। इसका एक बहुत बड़ा कारण वैज्ञानिक साहित्य का प्रचुर मात्रा में साधारण भाषा में उपलब्ध न होना भी है। यह निर्मूल धारणा आम आदमी के मन से निकालनी होगी।

'स्पेक्ट्रम' में हिन्दी विभाग का पदार्पण उपरोक्त लक्ष्यों की प्राप्ति में एक महत्वपूर्ण कदम सिद्ध हो सकता है।

प्यार : एक भौतिक सत्य

विजेन्द्र शर्मा, शोधकर्त्ता, सूक्ष्मतरंग प्रयोगशाला

तेरा प्यार
इतना पवित्र है कि
मैं तेरे
चारों ओर
वृत में चक्कर लगा रहा हूँ ।
और तू
अपने गुरुत्व-बल से
मुझे
अपने
केन्द्र की ओर
आकर्षित कर रही है ।
परन्तु
दुनिया हमसे
नफ़रत करती है ।
वो तेरे
मध्य-खींची-रेखा[1] पर भी
मुझे
नहीं आने देना चाहती ।
देख
यदि अपकेन्द्र-वल[2]
बढ़ गया तो
मैं
इतनी दूर
जा गिरूँगा कि
तेरे पास
कभी नहीं आ सकूंगा ।
अब तू
दिखादे
दुनिया को कि
मैं तेरे
ध्रुवों[3] पर
वास करता हूँ ।

---

1. Equator 2. Centrifugal Force 3. Poles.

सूक्ष्मतरंग

सुषमा सक्सैना, विज्ञान निष्णात (पूर्वार्द्ध)

जाहिर है, 'सूक्ष्मतरंग' (माइक्रोवेव) का अर्थ है 'बहुत छोटी तरंग'। वास्तव में सूक्ष्मतरंग एक तुलनात्मक शब्द है, परन्तु इससे इसके परास (रेन्ज) के छोटे होने का अनुमान नहीं लगाया जा सकता।

अवश्य ही पराबैंगनी (अल्ट्रावायलैट) प्रकाश की आवृत्ति (फ्रिक्वैंसी) अवरक्त (इन्फ्रारैड) प्रकाश की आवृत्ति से कहीं अधिक होती है। जैसे 400 हर्ट्ज की आवृत्ति 60 हर्ट्ज की आवृत्ति से अधिक है—400 हर्ट्ज वाली तरंग की तरंगलम्बाई (वेवलैंग्थ) 60 हर्ट्ज वाली तरंग से कम होती है। ये सब तरंगें विद्युत-चुम्बकीय (इलैक्ट्रोमैगनेटिक) तरंगें हैं परन्तु कोई सूक्ष्मतरंग नहीं हैं।

हम जानते हैं कि रेड़ियो और सूक्ष्मतरंगों के मूल सिद्धान्तों में कोई अन्तर नहीं है। अल्प आवृत्तियों (लो फ्रिक्वैंसीस) पर प्रेक्षित आबर्जव्ड क्रियाओं की पूर्ण परिपथ (सरकेट) में बह रही विद्युत धारा के द्वारा, सरलता से व्याख्या की जा सकती है। परन्तु सूक्ष्मतरंग आवृत्तियों पर ये क्रियाएँ विद्युत धारा की सहायता से नहीं समझाई जा सकती। बल्कि धारिता (कैपेसिटैंस) व प्रेरकता (इंडक्टैंस) एक सूक्ष्मतरंग संचार रेखा पर बंटी होती है परन्तु किसी भी बिन्दु पर इसका माप निश्चित नहीं होता।

शायद सूक्ष्मतरंग और साधारण रेड़ियो तकनीकों में सबसे महत्त्वपूर्ण अन्तर तरंग-लम्बाई से सम्बन्धित अवयवों (एलीमैंट्स) के माप का है। उदाहरणतः एक सूक्ष्मतरंग तरंगपथिका (वेव गाइड) की चौड़ाई अर्द्धतरंग लम्बाई से अधिक होती है। जो काम 90 इंच चौड़ी तरंग पथिका 100 मैगाहर्ट्ज पर करती है वही काम लगभग एक इंच चौड़ी तरंग-पथिका 10,000 मैगाहर्ट्ज पर करती है। संवाहकता (कंडक्टिविटी) अधिक होने के कारण तरंगपथिका तांबे की बनी होती है और तांबा कितना महंगा है इससे आप भली भांति परिचित हैं। अब आप ही सोचिए कि किसका प्रयोग सरल है और कौन आर्थिक दृष्टि से लाभदायक है। इसमें दो मत नहीं हैं कि सूक्ष्मतरंगों का ही प्रयोग सरल है।

सूक्ष्मतरंग वर्णक्रम (स्पैक्ट्रम) स्वेच्छा से 300 मैगाहर्टज से लेकर 300,000 मैगाहर्टज तक निर्धारित कर दिया गया है, जिनकी तरंगलम्बाई क्रमशः एक मीटर से एक मिली मीटर तक होती है। ये सबकुछ तो सूक्ष्मतरंगों के गुण धर्मों के विषय में था। आओ अब हम इनके उपयोगों पर प्रकाश डालें।

सूक्ष्मतरंग-ऊर्जा में अन्य ऊर्जाओं की भांति ऊष्मा-प्रभाव (हीटिंग इफैक्ट) भी होता है। इसके कारण यह गर्म करने के काम में आती है। सूक्ष्मतरंगों का घरेलू उपयोग बड़ा ही मनमोहक है। सूक्ष्मतरंग चूल्हे खाना पकाने के काम आते हैं। इनके प्रयोग से खाना बहुत ही शीघ्र बन जाता है। उदाहरणतः लगभग दस पौंड खाना कुछ ही क्षणों में बनाया जा सकता है। जिस समय सूक्ष्मतरंगें

बर्तन के बाहर पहुँचती हैं ठीक उसी समय में बर्तन के अन्दर भी पहुँच जाती हैं। इसलिए खाना सीधे तरंगों से ही पक जाता है। इस प्रकार के चूल्हे पाश्चात्य देशों में धीरे-धीरे प्रचलित होते जा रहे हैं और कई प्रकार के सूक्ष्मतरंग यंत्र छापेखानों में सुखाने के काम आते हैं। सूक्ष्मतरंग ऊष्मा-पार्य यंत्र एक चिकित्सा यंत्र है।

सूक्ष्मतरंगों की सहायता से संचार (कम्यूनिकेशन) की समस्या काफी कम हो गई है। इसकी सहायता से हम बहुत ही दूर के देशों में अपना सन्देश क्षण भर में भेज सकते हैं।

कवि के शब्दों में—

सूक्ष्मतरंग
एक भ्रूण सी
तरंग लम्बाई
बहुत छोटी
पर सन्देश पहुँचाए
अति दूर !
यह
इक पल में
पार करे
सातवां आसमान
पर
मानव न जा सके
सात समन्दर पार।*

अन्तर्राष्ट्रीय संचार व्यवस्था सूक्ष्मतरंगों के बल पर ही जीवित है। इसका विशेष कारण यह है कि सूक्ष्मतरंगों की सहायता से केवल एक ऐन्टेना के प्रयोग से हम कई सन्देश एक साथ भेज सकते हैं। सूक्ष्मतरंगों की बैण्डचौड़ाई (बैण्डविड्थ) बहुत अधिक होती है। साधारण बातचीत के लिए 1,000 हर्ट्ज़ चौड़ा, संगीत के लिए 10,000 और दूरदर्शन के लिए कुछ मैगाहर्ट्न चौड़ा बैण्ड चाहिए। सूक्ष्मतरंग बैण्ड की 2850 से 3150 मैगाहर्ट्ज़ तक की आवृत्तियों के लिए 300 मैगाहर्ट्ज़ चौड़ा बैण्ड होता है। इस प्रकार यह दिष्ट धारा (डायरेक्ट करेन्ट) से 300 मैगाहर्ट्ज तक सारे रेड़ियो वर्णक्रम का संचारण कर सकता है। इस सूक्ष्मतरंग बैण्ड की बैण्डचौड़ाई, (चौड़ाई केन्द्रीय आवृत्ति द्वारा विभाजित), दस प्रतिशत कही जा सकती है। वास्तव में जितनी संकीर्ण बैण्ड चौड़ाई होती है उतना ही अधिक सरल परिपथ होता है और इस प्रकार सूक्ष्मतरंगों से काफी समस्याएं हल हो गई हैं।

कुछ तरंगलम्बाई जितने चौड़े ऐन्टेना से सूक्ष्मतरंगों को साधारण प्रकाश की किरणों की भाँति फोकस किया जा सकता है। तरंग लम्बाई की दृष्टि से एक ऐन्टेना का जितना चौड़ा द्वारक (अपरचर) होता है उतनी ही संकीर्ण किरणावली होती है और उतनी ही अधिक लब्धि (गेन) होती है। इस प्रकार 3000 मैगाहर्ट्ज (तरंगलम्बाई=दस सैन्टीमीटर) पर कार्य कर रहे 100 सैंटीमीटर चौड़े ऐन्टेना का

* विजेन्द्र शर्मा द्वारा रचित

द्वारक दस (100/10) तरंगलम्बाई जितना होता है। इस ऐन्टेना का द्वारक 300 मैगाहर्ट्ज पर काम कर रहे 500 सैन्टीमीटर चौड़े ऐन्टेना के द्वारक से अधिक होगा, क्योंकि बाद वाले ऐन्टेना का द्वारक केवल पांच तरंग-लम्बाई जितना होगा।

उपर्युक्त वास्तविकताओं के कारण डाक व तार विभाग का काम अधिक होने की जटिल समस्या सरल हो गई है। विदेशों में तो सूक्ष्मतरंग यन्त्रों का बहुत ही प्रचार है परन्तु अब भारत में भी इसका प्रयोग बढ़ने लगा है। पिछले वर्ष भारत में छः विभिन्न रेलवे-स्टेशनों पर सूक्ष्मतरंगयन्त्र संचार के लिए लगाए गए।

रेडार का महत्त्व तो आप समझते ही हैं। द्वितीय विश्वयुद्ध में शत्रु व मित्र यानों का भेद रेडारों द्वारा ही मालूम किया गया। और अब भी ये कई प्रकार के काम कर रहे हैं। वायुयान से सम्बन्धित अधिकतर काम इसी की सहायता से होते हैं। यान कितनी ऊंचाई पर उड़ रहा है, कहां जा रहा है और किधर से आया है, यह सब रेडार ही बतलाते हैं परन्तु प्रयोग होता है सूक्ष्मतरंगों का। इन तरंगों का प्रयोग विभिन्न प्रकार के रेडार करते हैं—जैसे अस्त्र पथन रेडार, अग्नि नियन्त्रण रेडार, वातावरण सम्बन्धी रेडार आदि, और ये रेडार सूक्ष्मतरंगों के महत्त्वपूर्ण उपयोग को दर्शाता है।

सूक्ष्मतरंगों द्वारा संचार का एक और दिलचस्प साधन उपग्रहों का सूक्ष्मतरंग संचार केन्द्रों के रूप में प्रयोग है। इस प्रकार का पहला उपग्रह "टैलस्टर" जुलाई 1962 में छोड़ा गया था। इसके प्रयोग से अमेरिका से यूरोप तक दूरदर्शन के कार्यक्रम भेजे जाते थे। इस उपग्रह का व्यास केवल 34½ इंच का है। इस प्रकार के संचार का कार्य केवल एक अधिक क्षमता वाला ऐन्टेना ही कर सकता है जोकि केवल सूक्ष्मतरंगों आवृत्तियों के लिए ही सम्भव है।

प्रत्येक काले-सफेद दूरदर्शन कार्यक्रम के लिए छः मैगाहर्टज की बैण्डचौड़ाई की आवश्यकता होती है। इस प्रकार के 100 कार्यक्रमों का संचारण एक साथ एक ही पद्धति द्वारा करने के लिए 600 मैगाहर्ट्ज की बैण्ड चौड़ाई चाहिए। और यह केवल सूक्ष्मतरंग पद्धति द्वारा ही संभव है।

द्रव्यों के मूल गुणधर्मों के अध्ययन में सूक्ष्मतरंगों ने बहुत ही सराहनीय प्रयोगात्मक योगदान किया है। उदाहरणतः मेज़र व लेज़र। मेज़र व लेज़र के उपयोग से प्रकाशकीय आवृत्तियों पर संचार की संभावना हो गई है। इस आवृत्ति बैण्ड को कभी-कभी अतिसूक्ष्मतरंग बैण्ड भी कहते हैं।

संवेदनशील सूक्ष्मतरंग अभिग्राहित्र (सैंसिटिव माइक्रोवेव रिसीवर) रेड़ियो खगोल विज्ञान (आस्ट्रोनोमी) में सूर्य और कई रेड़ियोतारों, जो कि इस बैण्ड में विकिरण (रेड़ियेशन) का उत्सर्जन (इमीशन) करते हैं, से निकली विद्युत चुम्बकीय विकिरणों के अध्ययन और उनके पता लगाने में बहुत ही लाभदायक है।

प्रश्न उठता है कि ये तरंगें पैदा कैसे होती हैं, इनका उद्गम क्या है। कहते हैं कि सबसे पहले कास्मिक किरणों के अध्ययन करते समय सूक्ष्मतरंगों की महता का पता चला था। उसके पश्चात् बहुत से ऐसे यन्त्र बनाए गए जिनसे ये पैदा होती जैसे कलाइसट्रान, मैगनेट्रॉन व प्रगामी तरंग दोलित्र (ट्रैवलिंग वेव ऑसीलेटर) आदि में वेग माडुलन (विलासिटी माडुलेशन) व धीमि तरंग रचना (स्लोवेव स्ट्रक्चर) आदि के सिद्धान्तों पर बनाए गए। सूक्ष्मतरंगों के जन्म के लिए आजकल अर्द्धचालक (सैमी-कंडक्टर) यंत्र बहुत अधिक प्रगति कर रहे हैं। अर्द्धचालक यन्त्रों के माध्यम से 300,000 मैगा हर्ट्ज से

भी अधिक आवृत्ति उत्पन्न की जा सकी है । गन दोलित्र (ऑसीलेटर) एल-एस-ए दोलित्र इम्पेट दोलित्र, ट्रेपेट दोलित्र व टनल दोलित्र आदि अर्द्ध-चालक सूक्ष्मतरंग यन्त्र प्रमुख हैं । ये धारा अस्थिरताओं (करन्ट इनस्टेबिलिटीज) या संधिभंग (जंक्शन ब्रेकडाउन) के सिद्धान्तों पर निर्भर है । आशा की जाती है कि ये अर्द्धचालक यंत्र भविष्य में संचार की और भी कई विषमताओं को सरल कर देंगे ।

आभारोक्ति—

मैं विजेन्द्र शर्मा की उनके सहयोग के लिए आभारी हूँ ।

संदर्भ—

1. वीहलर, जी०जे०, इन्ट्रोडक्शन टू मोइक्रोवेव्ज़' प्रेन्टाइस-हाल, इन्क, 1963
2. कॉलिन, आर० ई० 'फाउण्डशन फॉर माइक्रोवेव इन्जीनियरिंग', मेक्ग्रा-हिल बुक कं०, 1964

पनडुब्बी : युद्ध और शांति में महत्व

—दिवाकर रांग्रा, विज्ञान (पूर्वार्द्ध)

आज जब संसार में चारों ओर शांति की पुकार हो रही है, युद्ध समाप्त होने के बजाये भड़क ही रहे हैं। वैज्ञानिक प्रगति के कारण जो नयी नयी खोजें हो रही हैं उनके बारे में सुनते ही यह चिन्ता होने लगती है कि वे कहीं मानव जाति के लिये हानिकारक तो नहीं सिद्ध होंगी। वैज्ञानिक खोज का प्रायः पहले दुरुपयोग होता है और फिर सदुपयोग। अणुशक्ति का उपयोग पहले युद्ध में किया गया और बाद में इसका सदुपयोग हुआ बिजली पैदा करने में। पन्नडुब्बी भी इसका अपवाद नहीं।

युद्ध तीन क्षेत्रों में लड़ा जाता है—जल, थल और आकाश में। वायु-सेना में जो स्थान प्रक्षेपास्त्र का है और थल-सेना में जो स्थान टैंक का है, जल-सेना में वही स्थान पनडुब्बी का है। यह दोहरी दीवारों का बना, मछली के आकार-जैसा एक यान होता है। अंदर की दीवार बहुत ही मजबूत होती है। वह समुद्र की अथाह गहराइयों में पड़ने वाले दबाव से भी नहीं टूटती। क्या आप जानते हैं कि केवल १२२ मीटर की गहराई में जो दबाव पड़ता है वह सतह पर पड़ने वाले दबाव से दस गुना अधिक होता है। इसलिये यह नितांत आवश्यक है कि पनडुब्बी की दीवारें मजबूत हों, अन्यथा उस में पानी घुस आयेगा और नाविकों की जान को खतरा पैदा हो जायेगा। इस प्रकार के खतरों से निपटने के लिये पनडुब्बी में कुछ ऐसे कमरे भी होते हैं जिन्हें पूरी तरह बंद रखा जा सकता है। एक पनडुब्बी में लगभग सौ नाविक होते हैं। इनमें सबसे महत्त्वपूर्ण होता है पनडुब्बी का कप्तान। कप्तान के कंधों पर अन्य नाविकों के प्राणों का तथा डेढ़ करोड़ रुपये की पनडुब्बी का भार होता है। अणुशक्ति से चलने वाली पनडुब्बी की कीमत लगभग पांच करोड़ रुपये होती है और उसे चलाने के लिये विशेष ज्ञान की आवश्यकता होती है। इस महत्वपूर्ण पद तक पहुँचने के लिये कप्तान को बहुत ही कठिन परीक्षाएं पास करनी होती हैं।

अणुशक्ति से चलने वाली पनडुब्बी में शक्ति का स्रोत होता है युरेनियल—२३५ का एक टुकड़ा। युरेनियम—२३५ के नाभिक (न्यूक्लियस) से जब कोई न्यूट्रॉन टकराता है तो उष्मा पैदा होती है और युरेनियम—२३५ का नाभिक टूट जाता है और उसमें से अन्य न्यूट्रॉन निकलते हैं। इस प्रकार निकले अधिक न्यूट्रॉन अधिक नाभिकों से टकराते हैं और अधिक उष्मा प्राप्त होती है। न्यूट्रॉन की संख्या में वृद्धि हो जाने से यह क्रिया एकदम तीव्र हो जाती है और जब तक यूरेनियम—२३५ समाप्त न हो जाये निरन्तर चलती रहती है। अणुबम का यही सिद्धान्त है। क्रिया आरम्भ हो जाने के बाद उसका नियंत्रण बहुत ही महत्वपूर्ण है। इस क्रिया को नियंत्रित करने के लिए आवश्यकता होती है ऐसे पदार्थ की जो न्यूट्रॉन ग्रहण कर लेता हो, जैसे कार्बन। ऐसे पदार्थ की छड़ी को 'रिएक्टर' के अंदर झुकाया जाता है। छड़ों को अधिक या कम झुकाकर उष्मा परनियंत्रण रखा जाता है। इस उष्मा द्वारा जल को भाप

में परिवर्तित किया जाता है। भाप द्वारा टरबाईन चलती है जिससे बिजली पैदा की जाती है जो अन्ततः पनडुब्बी को चलाती है।

युद्ध में पहले पहल पनडुब्बियों के महत्व का तब पता चला जब २२ सितंबर १९१४ को जर्मनी की एक पनडुब्बी ने ब्रिटेन के तीन जंगी जहाजों को डुबा कर संसार को आश्चर्य में डाल दिया। द्वितीय विश्वयुद्ध में अमरीका की 'आर्चरफिश' नामक पनडुब्बी ने दुनिया का सबसे बड़ा जहाज डुबा दिया जो हवाई जहाज ले जाता था। समुद्र की सतह पर खड़े या तैरते हुए जहाजों को डुबाने के लिये तारपीडो का उपयोग किया जाता है।

तारपीडो छोड़ने से पहले कप्तान की समस्या होती है शत्रु के जहाज की स्थिति का पता लगा कर अचूक निशाना लगाना। सोनार द्वारा शत्रु का पता लगा कर कप्तान पनडुब्बी को जहाज के ठीक नीचे जाता है। तारपीडो दल इस समय एकदम तैयार होता है। तारपीडो छोड़ने के लिये दरवाजे एकदम खुल जाते हैं और लाल बत्तियाँ जल उठती हैं। इसके साथ ही निशाना बांधा जाता है। और फिर जब तारपीडो छूटता है तो पूरी पनडुब्बी एक बार झंझना उठती है। जब तारपीडो अपने लक्ष्य की ओर भागता है तो नष्ट होने वाले जहाज के चित्र खींचने की तैयारी की जाती है। एक जहाज को नष्ट करने के लिये तीन तारपीडो काफी होते हैं।

पनडुब्बी के लिये जहाज को डुबाना तो कठिन कार्य नहीं, परन्तु उसे सबसे अधिक खतरा रहता है अन्य पनडुब्बियों से। कल्पना कीजिये, करोड़ों रुपयों की लागत से ये यान आपस में भिड़ जाते हैं, समुद्र के इतने नीचे कि सतह पर चलने वाले जहाजों को भनक भी नहीं मिलती। द्वितीय विश्वयुद्ध के दौरान अमरीकी पनडुब्बी 'बेटफिश' ने ५३ घण्टे में जापान की तीन पनडुब्बियां डुबा दी थीं।

भविष्य में पनडुब्बियों का प्रयोग युद्ध में ही नहीं किया जायेगा। इनसे कई साहसपूर्ण काम भी लिये जा सकते हैं। संसार की प्रथम नाभिकीय शक्ति प्रचालित पनडुब्बी थी नौटिलस। कई जहाजों ने उत्तरी ध्रुव तक पहुँचने की कोशिश की जहाँ तापमान सदा शून्य के पास ही रहता है, लेकिन बर्फ में जकड़े जाते थे। इस ध्रुव पर पहुँचने का श्रेय प्राप्त है 'नौटिलस' के कप्तान कमांडर एंडर्सन को। नाभिकीय पनडुब्बी स्केट' ने बर्फ के नीचे-नीचे दो यात्राएँ कीं। इसके कप्तान थे कमांडर 'जेम्स क्लवर्ट संसार की सबसे बड़ी पनडुब्बी 'ट्राईटिन' ने इतिहास का सबसे लम्बा सफर तय किया। उसके कप्तान एडवर्ड बीच ने समुद्र के नीचे ही नीचे सारे संसार का चक्कर लगा लिया। यह ३६००० मील लम्बी यात्रा उन्होंने ८४ दिन में पूरी की।

भविष्य में जब राष्ट्रों को शान्ति का महत्त्व ज्ञात होगा तो पनडुब्बियों का कार्यक्षेत्र बदल जायेगा। यह कार्य हो सकता है समुद्री जीवों का अध्ययन डुबे हुए जहाजों का पता लगाना और उनमें से सामान निकाल लाना, समुद्र के गर्भ में छिपे कीमती मोतियों की खोज। वैज्ञानिक खोजों द्वारा पहले ही ज्ञात हो चुका है कि समुद्र में खनिज पदार्थों के भंडार हैं। इन असीम भंडारों की खोज पनडुब्बियां ही कर सकती हैं। समुद्र की अन्धकारपूर्ण गहराइयों में नयी-नयी खोजें होंगी तभी पनडुब्बी का सदुपयोग होगा—एक वैज्ञानिक उपलब्धि का सदुपयोग।

महिमा सेब की

—अशोक कुमार भाटिया, विज्ञान निष्णात (पूर्वार्द्ध)

किस्सा—यह कि उस दिन जब हम लगभग ५८९३ Å के 'रेडियेशन' को फैलाती डी० टी० सी० की एक बूढ़े 'इण्टर्नल कम्बस्शन इन्जन' से चालित कई सारे 'मोड्स' में थरथराती बस में चढ़े तो हमारा मूड पूरी तरह से 'ऑफ़' था। वैसे तो हम इस 'थ्योरी' के कायल हैं कि जिस दिन मूड का 'सर्किट' 'ऑफ़' हो उस दिन दिमागी 'ट्रायोड वॉल्व' 'क्लास सी' में 'ऑपरेट' कर रहा होता है और ऐसे दिन 'यूनिवर्सिटी' जाना खतरे से खाली नहीं—पता नहीं कब 'एम्प्लीफ़िकेशन कर्व' की 'नॉन लिनियरिटी' रंग दिखा जाये और हम किसी से उलझ पड़ें ! मगर चूँकि पिछले कई दिनों से 'टैस्ट मैच' के चक्कर में थे, आज सुबह ८ बजे अपने बाह्य मुहूर्त्त में उठते ही हमारे बुजुर्गों ने हमें कच्चा चबा जाने वाली 'वेवलेंग्थ' की नज़रों से घूरा था—सो हम कमर कस कर 'यूनिवर्सिटी' जाने के लिये तैयार हो ही गये। और लीजिये, हम आपको यह बताना तो भूल ही गये कि हमारा मूड 'ऑफ़' क्यों था ! बात दरअसल यों थी कि हमें सबेरे-सवेरे किसी ने हिदायत दी थी कि हम रोज एक सेब खाया करें और समस्त भारतवासियों की प्रिय आंग्लभाषा में कही गई किसी कहावत के अनुसार डॉक्टरों को अपने से कूलम्ब के 'रिपल्शन लॉ' के मुताबिक दूर रखा करें।

इससे पहले की आप कुछ पूछें, मैं आपको बता दूँ कि अगर दुनियाँ में किसी चीज से मुझे सख्त नफ़रत है तो वह है—सेब। जी हाँ ! वही लाल (७००० Å) सेब जो आप स्वाद ले लेकर खाते हैं। इस दुनियाँ की सारी परेशानियों की जड़ यही सेब है। क्या तो वियतनाम पर होने वाली बमवर्षा और क्या ही हमारे देश में सी० आई० ए० की तथाकथित सरगर्मियाँ, क्या तो 'एयर पोल्यूशन' की समस्या और क्या ही हमारे देश में पड़ते अकाल, चाहे 'ऐस्प्रो' और 'सेरिडोन' जैसी कम्पनियों को बरकरार रखने वाली 'क्वाण्टम थ्योरी' हो और चाहे छात्रों में असन्तोष—इन सब समस्याओं की जड़ यही सेब है ! लीजिये, आप मानने के लिये तैयार नहीं तो सुनिये !

आपने आदम और हौवा का किस्सा तो सुना ही होगा। अब आप ही बताइये, अगर हौवा ने वह सेब न खाया होता तो क्या होता ? अजी होता क्या ? न होता बाँस और न बजती बाँसुरी ! जब हम ही नहीं होते, तो हमारी समस्याएँ भी नहीं होतीं। कहिये, है न यह एक छोटे से सेब का कमाल ?

और तो और, मेरी अल्लाहताला से दुआ है कि अगली बार जब किसी पेड़ से किसी के सिर पर कोई सेब गिरे, तो वह सिर किन्हीं न्यूटन महाशय का न होकर मेरे जैसे किसी मूर्ख का हो। एक वह

सेब क्या गिरा कि समस्त विश्व के छात्रों के सिरों पर पहाड़ गिर पड़े। उस एक सेब ने न्यूटन महाशय के सिर पर गिर कर आज तक न जाने कितने अरब छात्रों की आँखों की नींद और दिन का चैन छीन लिया और आगे भी छीनता रहेगा। ईश्वर उस सेब की आत्मा को कभी शान्ति प्रदान न करे। उस एक सेब के गिरने का नतीजा हुआ हिरोशिमा पर बम का गिरना—यही नहीं आज भी वियतनाम पर बम गिर रहे हैं। उस सेब के कारण हुई विनाश लीला का पूर्ण वर्णन करना हमारी कलम की ताकत से बाहर है।

अब बताइये—कोई अगर आपसे रोज एक सेब खाने के लिये कहे तो आपका मूड 'ऑफ़' होगा या नहीं ?

तारों का जीवन : उनका जन्म एवं मृत्यु

विजेन्द्र शर्मा, शोधकर्त्ता, सूक्ष्मतरंग प्रयोगशाला

बहुत से लोग रात को सोने से पहले तारे गिना करते हैं। उस समय वे तारों को तो बड़े प्यार से देख रहे होते हैं परन्तु खोए हुए होते हैं सपनों की दुनिया में। हो सकता है कि वे तारों के बारे में तो कभी सोचते भी न हों। शायद वे जागे हुए भी बड़े मीठे-मीठे सपने देखते रहते हों। चलिये हम आपको सपनों की दुनियां से दूर तारों की दुनियां में ले चलें। शायद आपको मालूम नहीं कि तारों का जीवन भी कुछ हद तक हमारे जीवन की भांति ही होता है। ये भी पैदा होते हैं और मर जाते हैं। हँसते हैं और रोते हैं। यह जान कर तो आश्चर्य होता है कि तारे आदमियों की तरह बौने (वामन) और मोटे (दानव) भी होते हैं। बौने तारे तो बहुत छोटे होते हैं जब कि दानव बहुत बड़े। और महा दानव तारों का तो कहना ही क्या ! परन्तु इनकी आयु इतनी लम्बी होती है कि आदमी अपनी हजारों पीढ़ियों के लिये भी नहीं सोच सकता। कहते हैं सतयुग में ऋषि आदि हजारों साल जीया करते थे। परन्तु उनकी भी आयु तारों की आयु के सामने कुछ भी नहीं है।

तारों की दुनिया में जाने से पहले हम आपको यह बता दें कि तारों की संहति (मास), अर्द्ध व्यास (रेडियस), ज्योति (ल्यूमिनॉसिटी) और पृष्ठताप (सरफ़ेस टैम्परेचर) के मान के संगठन (कम्बीनेशन) सम-सम्भाव्य (ईक्वली प्रॉबेबल) नहीं हैं। इससे तारों का अध्ययन बहुत रुचिकर बन जाता है। अर्द्ध व्यास ज्योति और पृष्ठताप एक दूसरे पर निर्भर नहीं करते क्योंकि तारों के पृष्ठ (सरफ़ेस) से प्रति एकक क्षेत्रफल विकरित—ऊर्जा (रेडियेटिड-एनर्जी) का मान उनकी ऊष्मा से निकाला जाता है। यदि ये तीनों राशियां एक दूसरे पर निर्भर न करें तो हम इनसे सम्बन्धित एक आरेख (डायग्राम) बना सकते हैं। चित्र में अधिकतम तारे एक संकीर्ण-बैण्ड (नैरो बैण्ड) में रहते हैं तथा इसमें बहुत-सा क्षेत्र ऐसा है जहां कोई भी तारा निवास नहीं करता। प्रायः अधिक संहति वाले तारों में अधिक ज्योति होती है और उनका पृष्ठताप कम संहति वाले तारों से अधिक होता है। या यह कह लीजिये कि अधिक ज्योति वाले तारे हँसते हैं और कम ज्योति वाले मुस्कराते हैं।

वैज्ञानिकों का विश्वास है कि तारों के गुण पांच बातों पर निर्भर करते हैं। हम एक संहत-तारा-गुच्छ (कॉम्पैक्ट-क्लस्टर आफ़ स्टार्ज़) के विषय में कल्पना कर सकते हैं। इसके अनुसार पांच कारकों (फैक्टर्स) में से चार, आरम्भिक रसायनिक संगठन (कैमिकल-कम्पोज़िशन), आयु, पृथ्वी से तारे की दूरी और दृष्टि रेखा में अदृश्य द्रव्य तारेवार बहुत कम परिवर्तित होते हैं। यदि यह सत्य है तो पांचवां और प्रमुख कारक यह है कि तारे भिन्न-भिन्न संहति के होते हैं। यह कारक तारों के प्रेक्षित (ऑब्ज़र्व्ड) गुणों में बहुत अन्तरों का उत्तरदायी है। संहति में हेर-फेर बहुत ही महत्त्वपूर्ण है।

चित्र में ज्ञात दूरी के समीपवर्ती तारों के लिए एक आरेख दिया गया है। इसे हर्ट्जस्प्रंग-रसैल आरेख कहा जाता है। तारे चार प्रमुख क्षेत्रों में आते हैं। वह बैण्ड जिसमें अत्याधिक तारे आते हैं मुख्यक्रम (मेन सीक्वैन्स) कहलाता है और दूसरे समूह दानव (जाऐंट), महा-दानव (सुपरजाऐंट) तथा श्वेत-वामन (व्हाइट-ड्वार्फ़) कहलाते हैं। तारों का नाम दानव और वामन (बौने) बहुत बड़े और बहुत छोटे अर्द्धव्यास होने के कारण रखा गया है। यह एक महत्त्वपूर्ण तथ्य है कि तारों में समयानुसार परिवर्तन आते रहते हैं क्योंकि वे आकाश में ऊर्जा विकरित करते रहते हैं। परिणामत: ह-र आरेख में सभी तारे एक समान नहीं रहते। इसलिए हम आशा करते हैं कि तारों के आरम्भिक और अन्तिम जीवनकाल में उनके गुण उनके अधिकतम जीवन के गुणों से बिल्कुल भिन्न होने चाहिए। विशिष्ट रूप से लगभग ९० प्रतिशत समीपवर्ती तारे मुख्यक्रम के तारे हैं।

मुख्य क्रम से पहले का विकास अभी तक भली-भांति समझ में नहीं आया है। हम विश्वास करते हैं कि पहली बार तारे अन्तर्तारकीय (इन्टरस्टैलर) गैस या धूल के संघनन (कंडैन्सेशन) से बने। जब दो धूल के कण आपस में संघनित होते हैं तो उनकी गुरुत्वाकर्षी ऊर्जा बढ़ जाती है तथा वे और अधिक कणों को आकर्षित करते हैं। इस प्रकार—गुरुत्वाकर्षण—बल बढ़ता जाता है और परिणामत: तारे का आकार बढ़ता चला जाता है। यह तब तक होता रहता है जब तक गुरुत्वाकर्षी दाब (प्रेशर) ताप को इतना बढ़ा दे कि ताप-नाभिकीय-अभिक्रिया (थरमोन्यूक्लीयर-रिऐक्शन) हाईड्रोजन को हीलियम में बदलने लगे। इन अभिक्रियाओं से निकली विशाल ऊर्जा तारे के केन्द्र से एक प्रति-दाब (काउंटर-प्रैशर) उत्पन्न करती है। यह प्रतिदाब गुरुत्वाकर्षी संघनन को पूर्णतया सन्तुलित (बैलेन्स) कर लेता है। इस सन्तुलित अवस्था (ईक्वलीब्रीयम पोज़ीशन) में तारा उस समय से भी अधिक समय तक चमकता है जोकि इसके बनने के लिए धूल और गैस के संघनन के लिये चाहिए। इस लेख में हम उदाहरण के लिये एक ऐसे तारे को चुनते हैं जिसकी संहति सूर्य की संहति के सवा गुणा के बराबर है। ऐसे तारे के लिए संघनन लगभग १०^{8} वर्षों तक चलता रहता है। इस प्रकार आरम्भिक अवस्था में तारा बहुत बड़े अर्द्धव्यास और बहुत कम ज्योति व पृष्ठताप का होता है। अर्थात् एकनव-उत्पन्न तारा ह-र आरेख में दाईं ओर स्थान प्राप्त करता है। तारे की उपरोक्त संतुलित अवस्था मुख्यक्रम अवस्था होती है। मुख्यक्रम-विकास एक वह क्रिया है जिसमें तारों का अर्द्धव्यास कम और ज्योति व पृष्ठताप धीरे-धीरे अधिक होता जाता है। मुख्यक्रम से पूर्व ऊर्जा परिवहन विकरण (रेडियेशन) से होती है। इस कल्पना से परिकलनों (कैल्कूलेशन्स) के परिणामस्वरूप पृष्ठताप धीरे-धीरे बढ़ता है और अर्द्धव्यास घटता है परन्तु मुख्यक्रम आने के जरा पहले एक समय ऐसा आता है जब तारों की ज्योति अधिकतम होती है। ह्याशी ने इस सत्य की व्याख्या दी है कि सब से पहली अवस्थाओं में तारकीय द्रव्य विकरण के लिए अपारदर्शक (ओपेक) की अपेक्षा पारदर्शक (ट्रांसपेरेन्ट) होता है और जैसे-जैसे तारा सिकुड़ता है ज्योति बड़ी तेजी से बढ़ती है। अन्त में तारा अपारदर्शी बन जाता है तथा विकरण को अपने अन्दर समा लेता है। इस प्रकार इस अवस्था में ज्योति घट जाती है।

बहुत से परिणामों के अनुसार मुख्यक्रम तारे वास्तव में समरूप (होमोजीनियस) रसायनिक संगठन के होते हैं। ये तारे अपने अंतरंग में हाईड्रोजन को जलाकर धीरे-धीरे हीलियम में बदल देते हैं। मुख्यक्रम तारे अपनी ऊर्जा हाईड्रोजन के हीलियम में परिवर्तन से ग्रहण करते हैं। मुख्यक्रम स्थिति में तारों के गुण बहुत धीरे बदलते हैं। सौभाग्यवश मुख्यक्रम तारों की रचना और उनके पिछले जीवन में

लगभग कोई भी सम्बन्ध नहीं है। तारे की मुख्यक्रम पर स्थिति मुख्यतः उसकी संहति के द्वारा और और कुछ सीमा तक उसके संगठन के द्वारा निकाली जाती है। परन्तु इस पर तारे का जीवनकाल इनकी गुल्ली (कोर) में हाईड्रोजन की कुल संहति और हाईड्रोजन की खपत की दर से निकाला जाता है। ये दोनों कारक तारे की मुख्यक्रम स्थिति पर निर्भर करते हैं। चित्र से भी स्पष्ट है कि अधिक संहति वाले तारों में अधिक ज्योति होती है। ज्योति, जो कि ईंधन की खपत की दर की सूचक है, तारे की संहति की चोथी शक्ति के साथ बढ़ती है। परिणामतः सर्वाधिक संहति वाले तारे अपना द्रव्य बड़ी तेजी के साथ प्रयोग कर लेते हैं और इस प्रकार इनका जीवनकाल साम्यवस्था में सब से कम होता है।

सर्वाधिक गर्म तारों को पदनाम अक्षर 'ओ' (ओ) से देते हैं। पदनाम 'ओ' के बाद तारों का वर्गीकरण (क्लासीफिकेशन) अवरोही क्रम (डीसेन्डिंग आर्डर) से अक्षरों 'ब', 'अ', 'फ़', 'ग', 'क' और 'म' (बी, ए, एफ़, जी, के, और एम) से किया जाता है। ये वर्ग प्रायः वर्णक्रम-जाति (स्पैक्ट्रल टाईप) कहलाते हैं। इन वर्गों को फिर शून्य से नौ अंकों द्वारा विभाजित किया जाता है, जिन्हें पदनाम अक्षरों के बाद में लिखते हैं। इस प्रकार के विभाजन के अनुसार प्रथम—'ब' जाति तारों में 'ब0' से 'ब0४' तक और अन्तिम—'ब' जाति में 'ब५' से 'ब९' तक के तारे आते हैं। प्रथम जाति के तारे अन्तिम जाति के तारों से गर्म होते हैं। एक प्रथम—'फ' जाति तारा अन्तिम—'फ' जाति तारे से अधिक गर्म होता है जोकि सूर्य जैसे प्रथम—'ग' जाति तारे से अधिक गर्म होता है।

पृथ्वी-पटल (अर्थ-क्रस्ट) में विघटनात्मिक (रेड़ियोएक्टिव) तत्त्वों के गुणों से यह पता लगता है कि पृथ्वी लगभग ४.५×१०^९ वर्षों से ठोस है। मुख्यक्रम के भिन्न-भिन्न संहति वाले तारों के जीवन—समयों के अनुमानों के महत्त्वपूर्ण परिणामस्वरूप और संहति से सवा गुने से भी अधिक संहति वाले तारे उस समय नहीं थे, जब पृथ्वी ठोस रूप में परिणित हुई थी। ये अनुमान हाईड्रोजन जला रहे तारों के विकास के नवीनतम परिकलनों पर निर्भर है। सूर्य लगभग ५×१०^९ वर्ष पहले मुख्यक्रम पर आया था और लगभग इतने ही वर्ष इस पर और रहेगा। सूर्य की ज्योति में पिछले $१०^९$ वर्षों में कोई सार्थक परिवर्तन नहीं आया है।

तारों की मुख्यक्रम स्थिति से पूर्व का जीवनकाल गुरुत्वाकर्षी ऊर्जा पर निर्भर करता है। इससे पता चलता है कि मुख्यक्रम से पहले का जीवनकाल सूर्य के लिये ३×१०^७ वर्षों और अन्य सभी तारों के लिये, जोकि प्रेक्षित —संहति परास (रेन्ज) में है, लगभग $४\text{-}५ \times १०^९$ वर्षों का है। यह देखा जा सकता है कि सूर्य की संहति से १५ गुने से भी अधिक संहति वाले तारे शायद पिछले $१०^७$ वर्षों में बने होंगे। सभी तारकीय वस्तुयें एक ही साथ नहीं बनी बल्कि अभी भी बन रही हैं। यह सबसे अधिक ध्यान देने का विषय है कि यह तारे अवस्तु (नथिंग) में से नहीं बन रहे हैं। तारों के बनने के लिये कच्चा माल आज भी मिलता है क्योंकि अन्तर्तारकीय द्रव्य अभी भी विद्यमान हैं। कुछ तारे ऐसे हैं जो बहुत पहले बने और आज भी चमकते हैं परन्तु कुछ ऐसे भी हैं जो बहुत पहले ही अपना जीवन समाप्त कर चुके हैं। जब कभी एक तारा अपनी संहति अन्तर्तारकीय क्षेत्र में खो देता है तो वह आगामी तारों के बनने के लिये सामग्री बन जाता है।

मुख्यक्रम छोड़ने में एक तारे में से इतनी ऊर्जा निकलती है कि वह अपने ग्रहों पर विद्यमान प्राणियों के जीवन को नष्ट कर देती है। इस प्रकार जीवन के सम्बन्ध में तारे के विकास की केवल

मुख्यक्रम स्थिति ही महत्वपूर्ण है। 'ओ' और प्रथम—'ब' तारे अधिक संहति के होते हैं और ये कम ज्योति व संहति के तारों की अपेक्षा कहीं अधिक तेजी से जलते हैं। इनका मुख्यक्रम पर जीवनकाल $१०^{६}$ से $१०^{७}$ वर्षों का होता है। परन्तु छोटे 'म' तारे मुख्यक्रम पर $१०^{१४}$ से भी अधिक वर्षों तक रहते हैं। 'ओ', 'ब' और 'अ' जातियों में से किसी भी तारे का स्थिर जीवनकाल ३×१०^{१२} वर्षों से अधिक नहीं है। इसलिये इनके ग्रहों पर जीव-सम्बन्धी विकास अधिक देर तक नहीं हो सकता। केवल 'फ4' से आगे तारे पर्याप्त समय तक साम्यावस्था में रह सकते हैं और उनके ग्रहों पर जीव सम्बन्धी विकास होता है।

यदि केवल समय ही एक क्रान्तिक शर्त होती तो अन्तिम—'क' और 'म' तारों के पास सबसे अधिक जीवन-युक्त ग्रह होते। परन्तु इन तारों की कम ज्योति होती है और वह क्षेत्र भी कम होता है जिसमें ग्रह तारों के चारों ओर चक्कर लगाते हैं। अधिक ज्योति वाला तारा कम ज्योति वाले की अपेक्षा अधिक क्षेत्र को गर्म कर सकता है। तारा किसी सर्द रात्रि में आग के समान होता है। जितनी अधिक आग होगी उतना ही अधिक उसके चारों ओर क्षेत्र होता है जिसमें वातावरण न ही अधिक गर्म और न ही अधिक ठण्डा होता है। इसीलिये अन्तिम—'क' और 'म' तारों के ग्रहों में प्राणी जीवन होने का बहुत कम अवसर है। फिर भी क्योंकि 'म' तारे 'ग' तारों से दस गुना अधिक हैं इसलिए 'म' तारों के जीवन-युक्त ग्रहों की संख्या बिल्कुल ही कम नहीं है।

अन्तिम—'फ', 'ग' और प्रथम—'क' जातियों के तारों में जीवन के सर्वाधिक अनुकूल वातावरण पाया गया है। आकाश गंगा के दस प्रतिशत अर्थात् २×१०^{१४} तारों में से २×१०^{१३} तारों में जीवन का अनुमान है। वैसे एक तीसरे कारक से यह संख्या काफी कम हो जाती है। यह कारक स्थायी-ग्रहीय-कक्षा (स्टेबल प्लैनेट्री-ऑरबिट) का बनाये रखना है। ऐसा लगता है कि सारी आकाश गंगा में जीवन प्रकीर्णित (स्कैटर्ड) है। दूसरे तारों में भी जीवन के लिये अनुकूल वातावरण विद्यमान है। परन्तु आश्चर्य तो यह है कि दूसरे ग्रहों से कोई भी अतिथि हमारे यहां नहीं आया है। इसका सबसे बड़ा कारण हमारे बीच की दूरी है जिसे तय करने में लाखों वर्ष लग जाते हैं। इतने सयय के लिए एक आदमी का जीवन असंभव है।

मुख्यक्रम के पश्चात् ह-र आरेख में तारों का प्रमुख समूह लालदानव और महादानव है। मज़ाक के तौर पर हम इनको मोटे तारे कह सकते हैं। मोटे आदमी प्रायः हँसते रहते हैं। कुछ ऐसी ही बात इन दानव तारों के साथ भी है। यहाँ पर अधिक ज्योति की तुलना हँसने से की गई है। जब नाभिकीय अभिक्रिया तारों के अंतरंग में रसायनिक संगठन की समरूपता को भंग कर देती है तो तारे लालदानव बन जाते हैं। यदि हाईड्रोजन जला रहे तारे रसायन समरूप रहे जैसे कि वे उत्पन्न होते हैं तो वे मुख्यक्रम के समीप ही रहेंगे। तारा लालदानव तब तक बना रहता है जब तक मिश्रण-धारायें (मिक्सिंग-करैन्ट्स) एक बार फिर तारे को समरूप नहीं बना देती। एक तारा लालदानव की स्थिति में सीमित समय व्यतीत करता है और यह अपने जीवनकाल में कई बार लालदानव बन सकता है।

मुख्यक्रम से दूर तारों के विकास की प्रथम निर्णायक अवस्था तब आती है जब केन्द्रीय हाईड्रोजन अंश शून्य हो जाता है। इस अवस्था से पहले तारों की ज्योति धीरे-धीरे बढ़ती है परन्तु यह प्रायः मुख्यक्रम में ही रहते हैं। जब केन्द्र में हाईड्रोजन समाप्त हो जाती है तो केन्द्रीय क्षेत्र नाभिकीय ऊर्जा

उत्पन्न करना बन्द कर देता है। बल्कि वे गुरुत्वाकर्षण ऊर्जा की विमुक्ति पुनर्ग्रहण कर लेते हैं और वे पहले दृष्टान्त में ही सिकुड़ना आरम्भ कर देते हैं। तारों के विकास में समतापी-गुल्ली (आईसो-थरमल कोर) के पूरे तारे की 10 प्रतिशत से 15 प्रतिशत तक संहति की होते ही नाटकीय परिवर्तन होता है। इस क्रान्तिक संहति को श्योनबर्ग—चन्द्रशेखर सीमान्त संहति कहते हैं। इस क्रान्तिक संहति के आने पर तारे की आन्तरिक परतें तेजी से सिकुड़ने लगती हैं और गर्म हो जाती हैं। इसके साथ ही तारे के अर्द्धव्यास में पूर्ण रूप से विकास होने लगता है। परिकलनों के अनुसार तारा ज्योति में बिना किसी परिवर्तन के फैलता है और यह लालदानव बन जाता है अर्थात् तारा तेजी से ह-र आरेख में दाईं ओर चला जाता है।

विकास की कुछ अवस्थाओं में यद्यपि तारा पृष्ठताप में थोड़ा-सा परिवर्तन दिखाता है परन्तु फिर भी यह ह-र आरेख में आरम्भिक मुख्यक्रम से अधिक दूर नहीं जाता। यह विधि प्रेक्षित मुख्यक्रम की परिणित चौड़ाई का आभास दिलाती है। इस प्रकार तारों के पृष्ठ-गुणों (सरफ़ेस प्रॉपरटीज़) से यह कहना असम्भव है कि तारा अभी-अभी मुख्यक्रम पर पहुँचा है या इसने लगभग अपनी सारी केन्द्रीय हाईड्रोजन प्रयोग कर ली है और वह मुख्यक्रम पर अपनी आरम्भिक अवस्था से कुछ दूर चला गया है।

कम संहति वाले तारे केवल एक छोटी सी सनयी-गुल्ली (कनवैक्टिव-कोर) रखते हैं अर्थात् जब हाईड्रोजन प्रयोग हो चुकती है तो इसका केवल एक बहुत ही कम क्षेत्र में विकास होता है। परिणामतः एक छोटी-सी समतापी गुल्ली बन जाती है। यह गुल्ली श्योनबर्ग-चन्द्रशेखर सीमा के तुल्य संहति होने से बहुत पहले ही सिकुड़ना आरम्भ कर देती है। अल्प संहति वाले तारों की उच्च संहति वाले तारों की अपेक्षा मुख्यक्रम से दूर जाने की गति कम तेज़ होती है।

जब तक तारकीय पदार्थ एक आदर्श-गैस (आइडियल-गैस) के रूप में रहता है, इसका केन्द्रीय ताप केवल इसके विकास के अनुसार बढ़ सकता है। यदि तारे का केन्द्र आदर्श-गैस नहीं रहता तो यह संभव है कि केन्द्रीय ताप अधिकतम ताप से गुजर सकता है और यह ठण्डा हो सकता है। इस प्रकार तारा मर जाता है। सम्भवता ऐसे मरने वाले तारों की कम ज्योति और अधिक घनत्व होता है। इस प्रकार से कम ज्योति और अधिक घनत्व वाले तारे देखे गये हैं। इन्हें श्वेत-वामन कहते हैं। श्वेत-वामन तारे के एक दियासलाई की डिब्बी जितने पदार्थ का भार एक टन के लगभग होता है। जो श्वेत वामन तारे देखे गये हैं उनका पृष्ठताप विशिष्ट रूप से कम नहीं है। परन्तु हम यह आशा करते हैं कि एक मरने वाले तारे का अस्तित्व बहुत कम पृष्ठताप के साथ होता है। फिर भी परिचित श्वेत-वामन तारों की ज्योति पृष्ठताप के अनुसार घटती है। इसका यह तात्पर्य है कि यदि बहुत ही कम पृष्ठताप के श्वेत-वामन तारे हों भी तो वे इतने मन्द अर्थात् कम ज्योति वाले होते हैं कि देखे नहीं जा सकते चाहे वे सूर्य के बिल्कुल ही समीप क्यों न हों। इनके लिये हम यह कह सकते हैं हंसना तो क्या ये मुस्कराते भी नहीं अर्थात् ये रोते रहते हैं।

यह पाया गया है कि जैसे-जैसे केन्द्रीय घनत्व बढ़ता है वैसे-वैसे संहति बढ़ती जाती है और अर्द्धव्यास कम होता जाता है। हम अधिक से अधिक केन्द्रीय घनत्व की मात्रा पर विचार कर सकते हैं। परन्तु तारे की संहति बिना सीमा के नहीं बढ़ती बल्कि इसकी प्रवृति श्योनवर्ग-चन्द्रशेखर सीमा पर पहुँचने की होती है। इस सीमा को एक भौतिक सीमा की अपेक्षा गणितीय सीमा माना जाना चाहिए। बहुत अधिक घनत्व पर प्रोटॉन और इलैक्टॉन आपस में मिल जाते हैं और तारा पूर्णतया एक न्यूट्रान

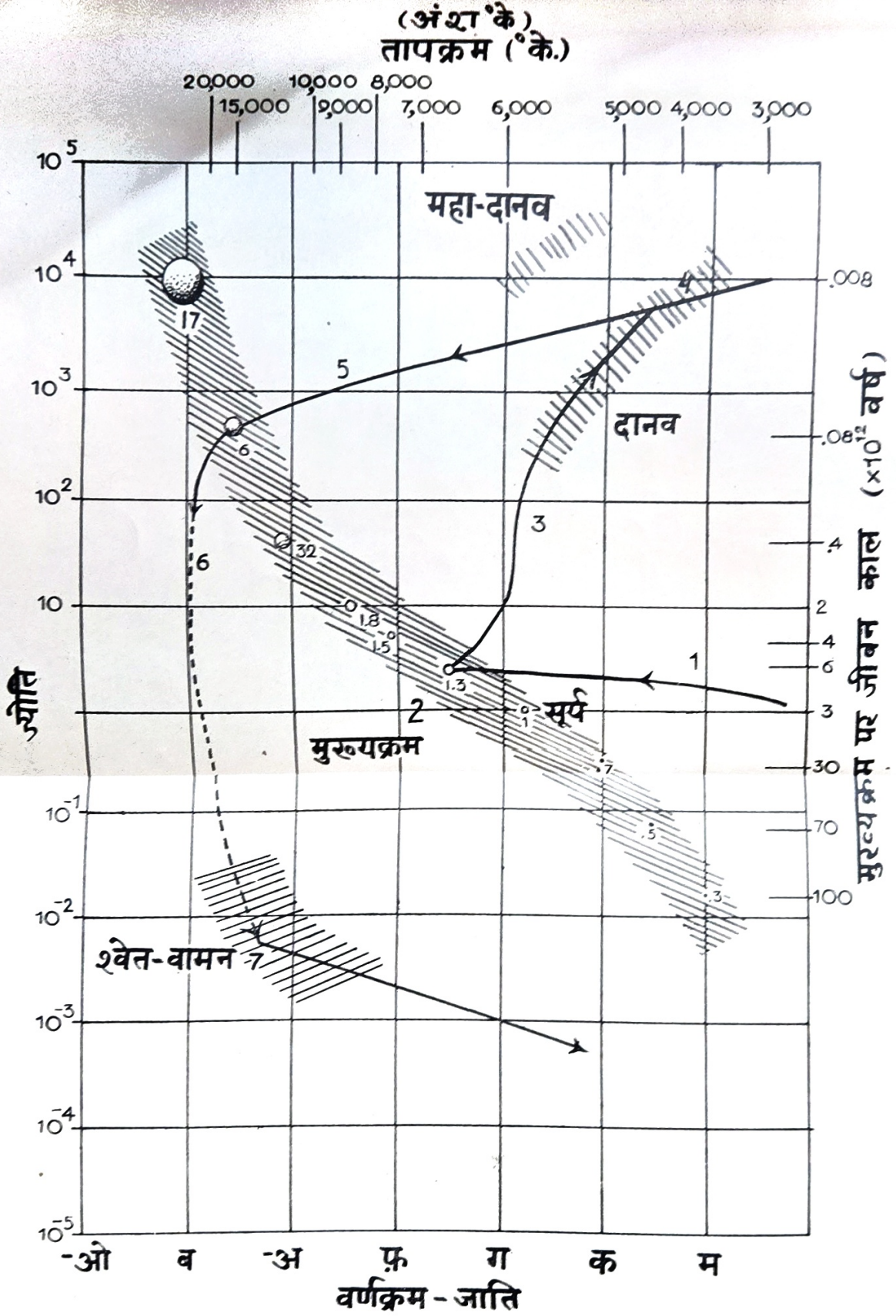
तारा बन जाता है । ऐसे न्यूट्रान तारे देखे गये हैं । इन तारों के लिए अधिकतम सम्भव संहति प्रतीत होती है । संहति की मात्रा भली-भाँति नहीं पता है परन्तु यह माना गया है कि यह मात्रा श्वेत-वामन तारे की अधिकतम मात्रा से भी अधिक होती है । इस संहति के ऊपर यदि वर्तमान भौतिक नियम ठीक हैं तो तारे एक ऐसे तीव्र गुरुत्वाकर्षी अन्त में प्रवेश करते हैं जिसे रोका नहीं जा सकता । जबकि गुरुत्वाकर्षी अन्त या विनाश की अवस्था, उन तारों की जिनका घनत्व न्यूट्रॉन तारों से भी अधिक होता है, वह कल्पित अवस्था है जिसमें तारों का अर्द्धव्यास शून्य और घनत्व असीमित होता है ।

तारों के जन्म और मृत्यु की संक्षेप में व्याख्या इस प्रकार की जा सकती है । एक तारे का सम्भव विकास धूल के संघनन से शुरु होता है । यह संघनन लगभग $१०^{७}$ वर्षों तक चलती रहती है । उसके बाद तारा मुख्यक्रम में पदार्पण करता है और यहाँ लगभग ८×१०^{१२} वर्ष व्यतीत करता है । तब यह फैल कर लालदानव की स्थिति में आता है । इस स्थिति में आकर यह पहले अपने ग्रहों पर विद्यमान जीवन को नष्ट करता है और फिर उन्हें जला देता है । यह स्थिति लगभग $१०^{६}$ वर्षों में समाप्त होती है । तत्पश्चात् तारा प्रत्येक कई घण्टों के बाद अपनी ज्योति का स्पन्दन (पल्सेशन) करता है । यह स्पन्दन हजारों वर्ष तक होता रहता है और इसका नवतारे (नोवा) में विस्फोटन (एक्सप्लोथन) हो जाता है । अन्ततः यह सिकुड़ कर श्वेत-वामन बन जाता है । लालदानव के पश्चात् से लेकर श्वेत-वामन के बीच का समय अभी मालूम नहीं है ।

(पाठक यदि तारों के विषय में विस्तार से अध्ययन करना चाहें तो वे १९६० के साईंटिफिक अमेरिकन में सु० शू० हुआंग के लेख और टेलर की पुस्तक दी स्टार्स : देयर स्ट्रक्चर एण्ड इवाल्यूशन को पढ़ें ।)

चित्र

समीपवर्ती तारों के लिए हर्ट्जस्प्रुंग-रसेल आरेख। बांई ओर खड़ा मापक्रम (वर्टीकल स्केल) ज्योति के लिए हैं, जब कि सूर्य की ज्योति एक मानी गई है। मुख्यक्रम पर तारों के नीचे लिखे अंक उनकी और सूर्य की संहति की अनुपात है। सौर संहति से १.२ गुना संहति के एक विशेष तारे का १.२ वैकासिक मार्ग भी दिखाया गया है। इस मार्ग पर लिखे अंक तारकीय विकास की भिन्न-भिन्न अवस्थाओं के सूचक हैं। स्थिति—१ में तारा धूल के संघनन से बनना शुरु होता है और लगभग १०^{8} वर्षों के बाद तारा स्थिति—२ में पहुँचता है जोकि मुख्यक्रम की स्थिति है। इस स्थिति में वह लगभग ८ × १०^{१२} वर्ष तक रहता है। स्थिति—३ में यह फैल कर स्थिति—४ में लालदानव बन जाता है और ५ में यह स्पन्दन करता है। स्थिति—६ की टूटी रेखा श्वेतवामन स्थिति (स्थिति—७) में जाने के लिये तारे के मार्ग की अनिश्चितता की सूचक है।


(अंश °के.)
तापक्रम (°के.)
20,000
15,000
10,000
9,000
8,000
7,000
6,000
5,000
4,000
3,000
10^5
10^4
10^3
10^2
10
10^{-1}
10^{-2}
10^{-3}
10^{-4}
10^{-5}
महा-दानव
दानव
सूर्य
श्वेत-वामन
मुख्यक्रम
ज्योति
.008
.08
4
2
4
6
3
30
70
100
मुख्य क्रम पर जीवन काल ($\times 10^{12}$ वर्ष)
1.8
1.5
1.3
.7
.5
.3
-ओ
ब
-अ
फ़
ग
क
म
वर्णक्रम - जाति

मोसबार प्रभाव और उसकी उपयोगिता

राकेश कुमार पोपली, विज्ञान निष्णात (पूर्वार्ध)

"यह हो सकता है।"

"असम्भव।"

"मैं आज ही शुरू किये देता हूँ।"

"नहीं हो सकता, मैं शर्त बद सकता हूँ।"

"मंजूर है।"

यह वार्तालाप लॉस अलेमस प्रयोगशाला के दो शोधकर्ताओं के बीच हुआ। एक को मोसबार प्रभाव पर विश्वास था; दूसरे को नहीं। पहले वैज्ञानिक ने इस सम्बन्ध में प्रयोग किये और शर्त जीत ली।

सचमुच जब 1958 में रडॉल्फ मोसबार ने "मोसबार प्रभाव" की खोज की तो किसी ने इस ओर ध्यान ही नहीं दिया, और किसी एकाध ने ध्यान दिया भी तो विश्वास नहीं किया।

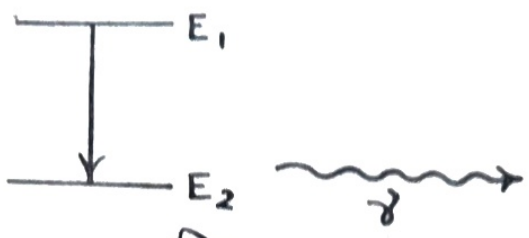
आखिर यह प्रभाव है क्या ? यह तो कि केलास (Crystal) में बँधा कोई नाभिक (Nucleus) जब γ-किरण फेंकता है तो केलास स्वयं प्रतिक्षेप (Recoil) के फलस्वरूप कुछ भी ऊर्जा (Energy) नहीं लेता और पूरी ऊर्जा γ-किरण को दे देता है। इसमें क्या है ? साधारण सी बात है। परन्तु समय बीतने के साथ-2 इस "साधारण-सी बात" का महत्व इतनी तेजी से बढ़ा कि 1960,1961 और 1964 में इस विषय पर तीन अन्तर्राष्ट्रीय सम्मेलन हुए। यही नहीं, 1961 में मोसबार को नोबेल पुरस्कार प्रदान किया गया।

इस्राइली वैज्ञानिक हैरी लिपकिन ने अपने एक निजी पत्र में इस प्रभाव का बड़ा रोचक इतिहास लिखा है जो इस प्रकार है :—

कालखंड	समय	टिप्पणी
प्रागैतिहासिक	 1958	खोज हो सकती थी; हुई नहीं।
आरंभिक-इरिडियम (I_r^{191})-युग	1958	खोज हुई ; ध्यान नहीं दिया गया।
मध्य-इरिडियम-युग	1958-1959	ध्यान दिया गया ; विश्वास नहीं किया गया।
उत्तर-इरिडियम-युग	1959	विश्वास आया ; रोचक नहीं।
लोह (F_e^{57})-युग	1959-1960	वाह ! !

लोहे में मोसबार प्रभाव की खोज के साथ ही विज्ञान-जगत में तहलका मच गया, क्योंकि इसके भौतिकी के हर क्षेत्र में बहुत उपयोग हो सकते थे। अतः 1960 के आसपास अनेक वैज्ञानिक मोसबार के प्रयोगों को दुहराने लगे और अनेक वैज्ञानिकों ने भिन्न-भिन्न तत्वों में इस प्रभाव की खोज की।

सिद्धान्त (Theory) :—मान लीजिए कि एक नाभिक एक ऊर्जा-स्तर (E_1) से दूसरे, नीचे स्तर (E_2) पर आता है (चित्र 1) और इस प्रक्रिया में एक γ-किरण फेंकता है। संवेग संरक्षण



चित्र 1

(Conservation of Momentum) के सिद्धान्त के अनुसार नाभिक स्वयं उल्टी दिशा में चलेगा। उसका संवेग होगा :

$$P = -p_y$$

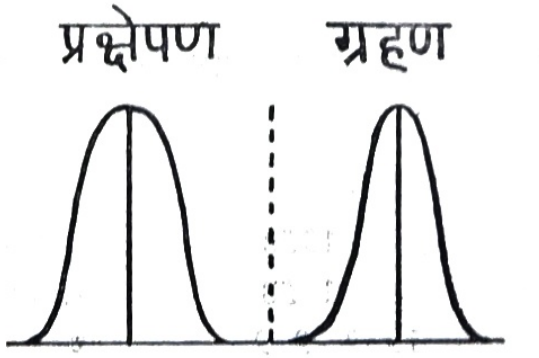
जहाँ p_y γ-किरण का संवेग है। इस प्रकार यह नाभिक कुछ ऊर्जा, E_N, प्राप्त कर लेगा :

$$E_N = \frac{P^2}{2m} = \frac{p_y^2}{2m}$$

γ-किरण को मिलने वाली उर्जा होगी :

$$E_\gamma = \triangle E - E_N \text{ जहाँ } \triangle E = E_1 - E_2$$

यदि इसी प्रकार का एक नाभिक γ-किरण ग्रहण (Absorb) करके E_2 से E_1 स्तर पर पहुँच जाता है तो E_N ऊर्जा उसके प्रतिक्षेप के लिए चाहिए ; अतः γ-किरण की ऊर्जा $E_N + \triangle E$ होनी चाहिए। फलतः फेंकी हुई या प्रक्षेपित और ग्रहण की जा सकने वाली γ-किरणों की उर्जा भिन्न-2 होगी (चित्र 2 में प्रक्षेपण और ग्रहण की रेखाएँ 'अनिश्चितता-सिद्धान्त' (Uncertainty Principle) के अनुसार

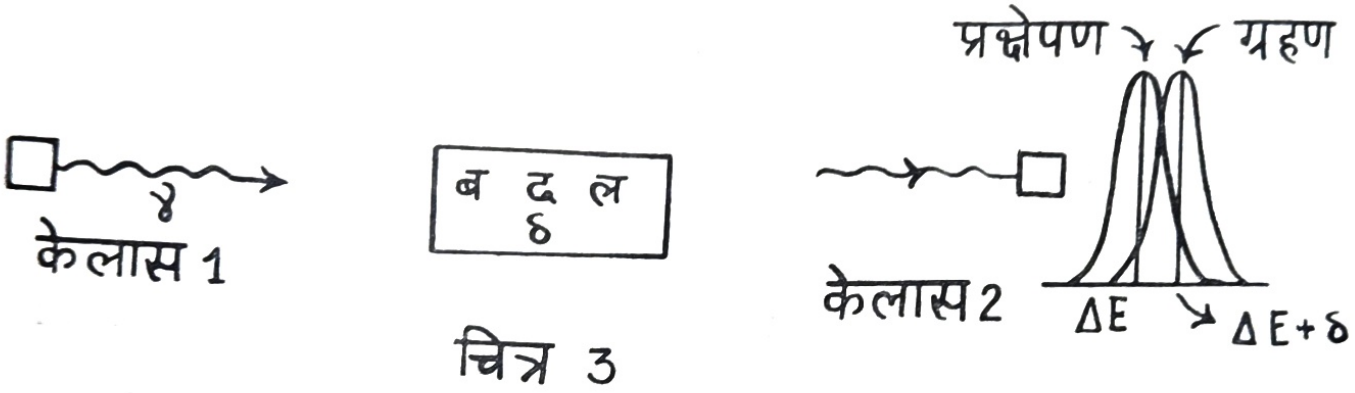


चित्र 2

फैली हुई हैं।) सार यह कि एक नाभिक द्वारा फेंकी गई γ-किरण को दूसरा वैसा ही नाभिक ग्रहण नहीं करेगा। किन्तु यदि फेंकने वाला नाभिक केलास में बँधा हो तो ? तब $E_N = \frac{P_\gamma^2}{2M}$,

जहाँ M पूरे नाभिक की संहति है, जो कि बहुत अधिक है। अतः $E_N \simeq O$; इसी प्रकार दूसरा नाभिक भी बँधा हो तो दोनों (प्रक्षेपण और ग्रहण) रेखाएँ $\triangle E$ पर आकर मिल जाएँगी। यही मोसबार प्रभाव है।

अब यदि एक γ-किरण केलास 1 से चले और रास्ते में किसी प्रकार उसकी आवृत्ति (Frequency) थोड़ी बदल जाए (चित्र 3) तो वह दूसरे केलास द्वारा "पूर्णतया" ग्रहण नहीं होगी,



चित्र 3

अर्थात् ग्रहण होने की प्रायिकता (Probability) कुछ कम हो जाएगी। यह प्रायिकता में कमी निश्चित रूप से मालूम की जा सकती है और इस प्रकार रास्ते में होने वाली बदल, δ, का मान ज्ञात किया जा सकता है। अब इसके कुछ उपयोगों की चर्चा करते हैं।

सापेक्षिकता (Relativity) :— इस सिद्धान्त के कई परिणामों को मोसबार प्रभाव के द्वारा प्रमाणित किया जा चुका है। उनमें उल्लेखनीय है— गुरुत्वाकर्षीय रक्त-सरण (Gravitational Red-Shift)। सापेक्षिकता के अनुसार, सूर्य से जब किरणें बाहर की ओर चलती हैं तब उनकी ऊर्जा कम होती जाती है— ठीक उसी प्रकार जैसे पृथ्वी-तल से ऊपर फेंके गये पत्थर की गति घटती जाती है— क्योंकि फ़ोटोन का भी भार होता है। अतः जब पृथ्वी पर ये किरणें पहुँचती हैं तो सबकी आवृत्ति मूल आवृत्ति से कम होती है जिससे वर्णक्रम (Spectrum) की सभी रेखाएँ लाल रंग की ओर सरक जाती हैं। इसी का नाम रक्त-सरण है।

साधारण रीति से इस सरण को मापना असम्भव है क्योंकि एक तो यह सरण बहुत थोड़ा होता है, और फिर, सूर्य में तीव्र गति से चलने वाले कणों से उत्पन्न हुआ डॉप्लर प्रभाव इसे पूरी तरह ढक लेता है। तो क्या पृथ्वी पर इसे मापने का कार्य हो सकता है ? क्यों नहीं। पृथ्वी तल पर यदि एक फ़ोटोन को नीचे गिराया जाये तो सापेक्षिकता के अनुसार उसकी आवृत्ति बढ़ेगी तो सही (अतः यह 'रक्त-सरण' न होकर 'बैंगनी-सरण' होगा।), परन्तु यह अन्तर बहुत थोड़ा होगा : फ़ोटोन के 10 मीटर गिरने पर केवल 10^{15}वाँ भाग ! मोसबार प्रभाव का कमाल है कि इसके उपयोग से इस सूक्ष्म अन्तर को भी ठीक-कभी माप लिया गया है। इस कार्य को सर्वप्रथम करने का श्रेय पाउंड और रेब्का को है।

इसी प्रकार आवृत्ति के सूक्ष्म अन्तरों के मापन के द्वारा द्वितीय-कोटि-डॉप्लर-प्रभाव (Second-Order-Doppler-Effect) और सापेक्षिकता के अन्य कई परिणामों की सत्यता प्रमाणित की गई है।

ठोस अवस्था (Selid State) **भौतिकी** :—यहाँ भी मोसबार प्रभाव अत्यन्त उपयोगी सिद्ध हुआ है। उदाहरणार्थ केलास के आन्तरिक चुम्बकत्व का बहुत गहरा अध्ययन इस प्रभाव के कारण सम्भव हुआ है। लोहे के नाभिक के आस-पास चुम्बकीय बलक्षेत्र (Magnetic Field) का मान कितना होगा ? उसकी क्या दिशा होगी ? केलास में उपस्थित अशुद्धियों और अपूर्णताओं (Imper Fections) का इस पर क्या प्रभाव होगा ? इत्यादि जटिल प्रश्नों के उत्तर इस प्रभाव की सहायता से दिये गए हैं जो कुछ स्थानों पर सिद्धान्तों के अनुकूल हैं और कहीं पर नहीं हैं। दूसरी प्रकार की स्थितियों में सिद्धान्तों में संशोधन किये गए हैं। यही नहीं, इस प्रभाव का अति निम्न तापमानों पर थर्मामीटर के रूप में उपयोग किया गया है। आज भी इस सम्बन्ध में शोध-कार्य निरन्तर चल रहा है।

नाभिकीय भौतिकी में भी मोसबार प्रभाव कुछ कम उपयोगी नहीं हैं। उदाहरणार्थ :—

(क) γ-किरण-रेखा की चौड़ाई का शुद्ध माप करके संबंधित ऊर्जा-स्तर का जीवनकाल (Life time) ज्ञात किया जाता है।

(ख) किसी नाभिक के दो ऊर्जा-स्तरों की 'स्पिन' O और I हो तो चुम्बकीय क्षेत्र में रखने पर उसके द्वारा प्रक्षेपित γ-किरणें एक ही आवृत्ति की नहीं होंगी अपितु $2I+1$ अलग-2 आवृत्तियों की होंगी। इन भिन्न-2 खण्डों की गिनती करके I का मान ज्ञान किया जा सकता है।

(ग) जिस प्रकार नाभिकीय ढाँचे में अन्तर होने के कारण आइसोटोपों का वर्णक्रम (Spectrum) भिन्न होता है, उसी प्रकार बाहरी इलैक्ट्रॉनों के तरंग-फलन (Wave-Function) में अन्तर होने के कारण नाभिकीय γ-किरणों के वर्णक्रम में भी सूक्ष्म अन्तर आ जाते हैं, अर्थात् यदि दो नाभिक एक से हों परन्तु उनके बाहर के इलैक्ट्रॉन भिन्न-2 ऊर्जा-स्तरों पर हों तो उनके वर्णक्रम में थोड़ा अन्तर होगा। इस अन्तर को मोसबार प्रभाव के द्वारा देखा और मापा जा सकता है ; अतः भिन्न-2 ऊर्जा स्तरों वाले इक्लैक्ट्रानों के तरंग-फलनों का मात्रात्मक (Quantitative) अध्ययन किया जा सकता है।

आजकल मोसबार प्रभाव विज्ञान के लगभग सभी क्षेत्रों पर छा गया है। जीवभौतिकी (Biophysies) और रसायन में इसके अनेक उपयोग हैं। उदाहरणतया, कोयले की खान में लगे मज़दूरों को अक्सर 'लिमोसाइडरोसिस' नामक रोग हो जाता है। मोसबार प्रभाव की मदद से यह पाया गया है कि ऐसे रोगियों के रक्त में लोहे का आयन F_e^{3+} अधिक मात्रा में होता है जो कि किसी सूक्ष्म (Fine), और कम अणुभार (Mol. Wt.) वाले यौगिक के रूप में होता है।

जमे हुए घोलों (Solutions) में इस प्रभाव के प्रयोग से अनेक अनुसंधान किये जा रहे हैं—जैसे घोल में आयन का व्यवहार।

1964 में हुए मोसबार प्रभाव सम्मेलन में एक प्रतिनिधि ने कहा था, "यह इस प्रकार का अन्तिम सम्मेलन है।" सचमुच, इस प्रभाव का उपयोग इतने विभिन्न क्षेत्रों में है कि एक विषय के रूप में इसका अध्ययन करना असंभव हो गया है।

गणितज्ञो के रोचक प्रसंग

राजकुमार गुप्ता, विज्ञान निष्णात (पूर्वार्ध)

कार्ल फ्रेडरिक गाउस Karl Frtedrich Gauss—जर्मनी का एक महान गणितज्ञ हुआ है जिनका जीवन काल १७७५-१८५५ था। ये एक राजा के पुत्र थे। इनके पिता में कोई प्रतिभा नहीं थी। वह तो यही चाहते थे कि उनका पुत्र भी उनकी भाँति एक मज़दूर बन कर-अपनी जीविका अर्जन करे। यदि उनकी चली होती तो गाउस इससे अधिक कुछ न बन पाता। किन्तु इनकी माता सदैव इनका पक्ष लिया करती थी। उन्हें अपने पुत्र से बड़ी आशाएँ थीं।

एक दिन गाउस की माँ ने उनके एक बहुत ही निकट मित्र बोलिये से पूछा कि उसके विचार में गाउस बड़ा होकर क्या बनेगा, 'यूरोप का सबसे बड़ा गणितज्ञ', बोलिये का उत्तर था। और उसकी भविष्यवाणी ठीक ही निकली।

अब सुनिये गाउस के बचपन के कुछ रोचक संस्मरण।

गाउस कोई तीन वर्ष के रहे होंगे। इनके पिता जी मज़दूरों के साप्ताहिक वेतन का हिसाब किताब कर रहे थे, वे भी वहाँ बैठे हुए थे और ध्यान से अपने पिता को हिसाब करते देख रहे थे कि अचानक वे चिल्ला उठे, "हिसाब में गलती है ! आहा ! जी ! हिसाब में ग़लती है ! पैसे इतने नहीं, इतने होने चाहिये" पिता ने दुबारा हिसाब किया तो पाया कि बच्चे गाउस की बात सत्य थी। तीन वर्ष के बच्चे में इतनी प्रतिभा का उदाहरण बिरले ही और कहीं मिलेगा।

गाउस की अवस्था दस वर्ष की थी। उसने तीन वर्ष पहले ही एक स्कूल में प्रवेश लिया था। स्कूल के प्राध्यापक बटनर (Buttner) महोदय बड़ी क्रूरता से अपने डडे का प्रयोग करते थे, इन साहब को गाउस से तो कुछ चिढ़ विशेष थी।

एक दिन बटनर ने सारी कक्षा को जोड़ का एक प्रश्न दिया। प्रश्न यह था—

योग निकालो,

८१२९७ + ८१४९५ + ८१६९३ + ...१०० पदों तक।

उन दिनों तक किसी बच्चे ने समान्तर श्रेणी (A.P.) का नाम भी नहीं सुना था। बटनर स्वयं तो ऐसे प्रश्नों का उत्तर सूत्र (formula) द्वारा निकाल लिया करते थे। लेकिन लड़कों से वे यही कि वे आशा करते थे पूरे १०० पद अलग अलग लिखकर जोड़ेंगे। लेकिन यह क्या ? ? ? वे प्रश्न ही बोल पाये थे कि गाउस ने तुरन्त उसका उत्तर लिख कर स्लेट मेज़ पर रख दी। अन्य कोई भी विद्यार्थी उस प्रश्न को पूरे घंटे में भी हल नहीं कर पाया गाउस का हल भी ठीक था। उस दिन से गाउस पर

बटनर रहमदिल हो गया। बटनर ने उसे उस दिन अंकगणित की एक पुस्तक खरीदकर दी। वह उसके विषय में कहा करता था, "इस लड़के को मैं कुछ और नहीं पढ़ा सकता।"

गाउस ने जिस वस्तु पर हाथ रख दिया वह सोना हो गयी। इनकी प्रमुख रुचि तो अंकगणित में थी किन्तु चुम्बकत्व, ज्योतिष (Astronomy), भूमिति—सभी क्षेत्रों में इनका कार्य युग-प्रवर्तक रहा है।

इनकी सबसे प्रसिद्ध पुस्तक (Dlsquisitiones) है जिसने गणितीय जगत् में तहलका मचा दिया था। गाउस ने बैसल (Bessel) को अपना 'वैश्लेषिक फलन सिद्धान्त' (Theony of Analytic Functions) बताया था। यदि इसे भी इन्होंने सार्वजनिक रूप से प्रकाशित करा दिया होता तो गणितीय जगत् में एक दूसरा विप्लव मचा गया होता।

लियोनार्ड आयलर—इसका जन्म १७०७ में स्विटज़रलैंड में एक गणितज्ञ के यहाँ हुआ। इसने अपनी स्नातकोत्तर शिक्षा जॉन बर्नोली के शिष्यत्व में पास की। अत्यधिक कार्य करने के कारण २८ वर्ष की अवस्था में ही इसकी एक आँख जाती रही। बाद में इसकी दूसरी आँख में मोतियाबिंद हो गया और वह अन्धा हो गया। फिर भी इसने गवेषणा का कार्य नहीं छोड़ा। इसके अभिपत्र (Papers) इसके पुत्र लिखते रहे।

इसके मस्तिष्क में इतने विचार चक्कर काटते थे कि यह मुश्किल से ही उन्हें संभाल पाता था। वह एक के बाद एक अभिपत्र लिखता जाता था और इस प्रकार उसकी मेज़ पर गवेषणा पत्रों का ढेर इकट्ठा होता चला जाता था। जब कभी गणितीय पत्रिकाओं के सम्पादकों को छापने के लिये अभिपत्रों की आवश्यकता होती, यह अपनी मेज़ से ऊपर के दो एक पेपर उठाकर दे दिया करता, परिणाम स्वरूप पिछले पत्र पड़े रह जाते व अगले छप जाते जिनमें पिछले पत्रों की कृतियों का उल्लेख होता था।

आयलर के जीवन के कुछ उपाख्यान बड़े रोचक हैं। रूस की रानी अन्ना के कारण (जो कि बड़ी कट्टर थी) आयलर को सार्वजसिक कार्यों से हाथ खींचना पड़ा। १७४० में अन्ना का देहांत हो गया। तब ऑयलर को जर्मनी के राजा फ्रैडरिक महान ने बुला लिया। जब ऑयलर बर्लिन पहुँचा तो प्रशा की रानी ने उसे अपना कृपापत्र बनाना चाहा। परन्तु जब वह ऑयलर से बात करती थीं तो ऑयलर केवल 'हाँ, हूँ' में उत्तर दे देता था। रानी ने कहा कि, "आश्चर्य है कि इतना बड़ा विद्वान इस कदर चुप रहता है।" आयलर ने उत्तर दिया कि, "महारानी जी, इसका कारण यह है कि जिस देश से मैं आया हूँ, वहाँ बोलने के कारण ही लोगों को फाँसी पर चढ़ा दिया जाता है।"

डिडेरट (Diderot) एक नास्तिक था। ज़ारीना (Czarina) उससे अप्रसन्न हो गई थी और चाहती थी कि उसके विचार बदलने में ऑयलर उसकी सहायता करे। आयलर की सहमति मिलने पर रूसी दरबार में दोनों की भेंट का कार्यक्रम बनाया गया। डिडेरट से कहलाया गया कि एक महान् गणितज्ञ ने बीजगणितीय विधि से ईश्वर का अस्तित्व सिद्ध कर दिया है। आयलर जानता था कि डिडेरट के लिए बीजगणित काला अक्षर भैंस बराबर है। अतः उससे भेंट होने पर आयलर ने कहा—

"महाशय,

$$\frac{a+b}{c}^{c} = y$$

अतः ईश्वर है ।"

डिडेरट कुछ न समझ पाया और हक्का-बक्का हो गया और दरबारी खिलखिला कर हँस पड़े। उसने कहा कि उसे फ्रांस लौट जाने की आज्ञा दी जाये । उसे आज्ञा मिल गई और वह फ्रांस लौट गया ।

एक बार अनुमान लगाया गया कि यदि आयलर के समस्त कार्यों को प्रकाशित किया जाये तो बड़े आकार के सत्तर-अस्सी ग्रन्थों से कम नहीं होंगे । १९०९ के द्रव्य में इसका व्यय ८० हजार डालर बैठता था, किन्तु इसके पश्चात् लेनिनग्राद में आयलर की हस्तलिपियों का एक और ढेर उपलब्ध हो गया । तब तो प्रकाशकों के उत्साह पर तुषारापात हो गया ।

इसके अन्तिम दिन बड़े कष्ट में बीते । वह प्रायः अन्धा हो चुका था, इसका मकान जला दिया गया था और बहुत से कागज पत्र नष्ट हो चुके थे । फिर भी यह अपने कार्य में दत्तचित था और बहुत-सा परिकलन मस्तिष्क में ही किया करता था ।

जैकब जैकोबी—अपने शिष्यों को अनुसंधान कार्य के लिये प्रेरित किया करता था । इसका एक विद्यार्थी था जो सदैव चाहता था कि "किसी समस्या पर स्वयं कार्य करने से पहले जितना कुछ भी कार्य उस पर आज तक हो चुका है, वह सब जान लूँ ।" एक दिन जैकोबी ने उसे इन शब्दों में लताड़ा, "यदि तुम्हारे पिता ने यह आग्रह किया होता कि एक लड़की से विवाह करने से पहले वह संसार की समस्त लड़कियों से परिचय प्राप्त कर ले तो न उनका विवाह होता न तुम उत्पन्न होते ।

हैमिल्टन—१३ वर्ष की आयु तक १३ भाषाओं का पंडित हो चुका था. इनमें संस्कृत, हिन्दी, बंगाली, मराठी, पारसी, अरबी, चीनी, अंग्रेजी, लैटिन भी शामिल थीं । वह जीवन-भर एक तुकबन्द भी रहा । इसने एक प्रेयसी ढूँढ़ निकाली और उस पर दसियों कविताएँ लिख डालीं । जब उसे पता चला कि उक्त लड़की ने एक सिपाही से विवाह कर लिया है तो इसकी इच्छा डूबकर आत्महत्या करने की हुई किन्तु इसने अपनी उक्त इच्छा की पूर्ति नहीं की, वरन् एक कविता लिखकर संतोष कर लिया ।

अट्ठाईस वर्ष की अवस्था में हैमिल्टन ने एक अन्य स्त्री से विवाह कर लिया । इसके कुछ दिन पश्चात् वह पीने भी लगा । एक बार एक वैज्ञानिक भोज में वह इतनी पी गया कि बेकाबू हो गया और इसने शपथ ले ली कि "फिर कभी नहीं पियूँगा ।" इसने दो वर्ष अपनी कसम को निभाया । दो वर्ष पश्चात् फिर उसी ढंग के भोज में इसके एक पुराने मित्र एयरी (Airy) ने इसकी खिल्ली उड़ाई, कि "यह तो केवल एक जल पियक्कड़ है ।" बात इसे लग गई और इन महोदय ने फिर से पीना आरंभ कर दिया ।

एक दिन यह अपनी पत्नी के साथ टहल रहा था कि एकदम इसके मस्तिष्क में एक विचार बिजली की भाँति कौंध गया । इसने सड़क पर से एक पत्थर उठा लिया और चाकू से उस पर निम्न सूत्र गोद दिये—

$$i^2=j^2=k^2=i\,j\,k=-1$$

ऐसा प्रतीत होता है कि हैमिल्टन के लिये भोजन आया करता था, किन्तु गणितीय गवेषणा में यह इतना व्यस्त रहता था कि भोजन का इसे ध्यान ही न रहता था । यही कारण है कि इसकी मृत्यु पर इसके घर से कागजों के ढेर में से कई टूटी प्लेटें, आलू चाय इत्यादि निकलीं ।

वैदिक विज्ञान का इतिहास

—राकेश गुप्ता, विज्ञान स्नातक (द्वितीय वर्ष)

भारत वर्ष के आदि इतिहास के बारे में निश्चित तिथियाँ बताना कठिन कार्य है, किन्तु आज जो उस समय के प्रमाण प्राप्त होते हैं, उनसे उस समय की उन्नति एवं वैभव के बारे में कल्पना करना आसान कार्य है, इसमें दो मत नहीं। वैभवशाली भारत में कितनी विभिन्न विद्याओं का विकास हुआ था इसके बारे में तो हम आज सोच भी नहीं सकते।

विश्वविख्यात जर्मन दार्शनिक एवं तत्त्ववेत्ता मेक्स मुल्लर ने 'India, what can it teach us' में लिखा है "यदि मुझ से पूछा गया कि किस आकाश के नीचे मानव हृदय एवं मस्तिष्क का पूर्ण विकास हुआ है, जीवन के रहस्यों का वैज्ञानिक रूप से अन्वेषण हुआ है, तो मेरे सामने भारत का चित्र उभर आएगा।" अपने ऐश्वर्य एवं सम्पन्नता के उन्नत शिखर पर पहुँच कर ही भारत विश्व गुरु का स्थान पा सका और सदियों तक अपनी कला, विद्या, सभ्यता एवं संस्कृति के कारण विश्ववंद्य रहा।

वैदिक विचारधारा का मुख्य उद्देश्य है मानव को अंधकार और अज्ञान से निकाल कर सत्य एवं प्रकाश की ओर अग्रसर करना।

तमसो मा ज्योतिर्गमय

यही आधार है विद्या और कला का। वैदिक ग्रन्थों में गूढ़ ज्ञान भरा पड़ा है जो जन साधारण के लिए साधारण है किन्तु ज्ञानी को वही ज्ञान समुद्र प्रतीत होता है।

पूर्णस्य पूर्णमादाय
पूर्णमेव वशिष्यते ।।

अर्थः—पूर्ण (infinity)—पूर्ण (infinity)=पूर्ण (infiuity)

$$\infty - \infty = \infty$$

पूर्ण यानि 'ब्रह्म' जो कि निराकार, निर्गुण है। इस प्रकार 'अनन्तदर्शन (Philosphy of Infinities) का संस्थायक जीनो (xeno) नहीं अपितु वैदिक विज्ञान है।

आज की विद्या केवल मस्तिष्क तक ही सीमित है अर्थात् बहुत कम व्यावहारिक है। परन्तु वैदिक विद्याओं में विज्ञान धर्म और व्यावहारिक ज्ञान, मनुष्य को सत्य की ओर प्रेरित करते थे। इसी लिए तो उस समय घेराव, हड़ताल, आगजनी आदि की घटनाएँ नहीं होती थी।

वैदिक भारत वर्ष में कितनी विद्याओं का सम्पूर्ण विकास हुआ था इसका हमें इस घटना से आभास हो सकता है। सनतकुमार ने जाकर सर्वज्ञ (personification of knowledge) नारद मुनि से

पूछा "प्रभु ! आपने कितनी विद्याओं का अभ्यास किया है ?" इस पर नारद मुनि बोले "मैंने खगोल विद्या (astronomy), अंकविद्या (arithmatic and algebra), ऋगवेद, यजुर्वेद, सामवेद, अथर्ववेद, इतिहास, पुराण, व्याकरण (grammar) राशिविद्या (science of numbers), भौतिकी (physics), कालक्रम (clroronology) तर्क (logic), शिल्पालिकविद्या (science of spirits), धनुर्विद्या archesy) राज्यशासन विद्या (polity), शिल्पकला (sculpture) आदि में, निपुणता एवं प्रवीणता प्राप्त की है।"

मुनि भारद्वाज ने 'विमान-शास्त्र' (Science of Aeroplanes) में लिखा है," सब विद्याओं का मूल था—अंक विद्या या गणित, और इसी के बलबूते पर सब विद्याओं का विकास सम्भव हो सका। वैदिक गणित में दो क्रियाएँ (operations) आधार थीं—जोड़ना (addition) और घटाना (subtraction)।

एक कहानी है कि एक बार हंगरी के दो दार्शनिक खेल खेलने बैठे कि "कौन सबसे बड़ी संख्या बोल सकता है।" खेल आरम्भ होने पर एक दार्शनिक ने बहुत देर सोच कर कहा, 'तीन'। दूसरे को बहुत प्रयास करने पर भी तीन से बड़ी संख्या न सूजी और उसने हार मान ली। पर ऐसे समय भारत में १८ अंकों ($१०^{१८}$) की गिनती को साधारण माना जाता था, ऐसा प्रसिद्ध इतिहासकार अलबरुनो ने लिखा हे। अन्य प्रणालियों के साथ शून्य सहित दशमलव प्रणाली (Decimal System) ने भी यहीं पर जन्म लिया। लेपलास (Laplace) ने हिन्दुओं की इस प्रणाली का उपयोग देख कर हिन्दुओं के प्रति अपना आभार प्रकट किया और कहा कि यह प्रणाली आर्किमिडिस (Archimedes) और अपोलोनियस (Appolonius) जैसे महान-गणितज्ञों के मस्तिष्क में क्यों नहीं उभरी ? वेद यानि वे पुस्तकें जो ज्ञान का भण्डार हैं, में गणित की अन्य शाखाओं के साथ अवकलन गणित (differential calculus), समाकलन गणित (integral calculus) और रेखा गणित (geometry) का भी पूर्ण रूप से विकास किया गया है। रेखा गणित का तो तब आविभाव हुआ जब हवन, यज्ञ आदि के लिए कुण्ड और मण्डप निर्माण करने के लिए नियम स्थापित किए गए। रेखा गणित का सबसे पुराना इतिहास बोधायन और आपस्तम्ब रचित 'शल्बसूत्र' (८०० ई० पू०) में मिलता है। जब कि साधारणतया माना यह जाता है कि सबसे पहला रेखा गणितज्ञ पाइथागोरस (Pythagoros, ५८० ई० पू०) था।

वृत (circle), त्रिभुज (triangle), त्रित (pie) पर भी वेदों में अनेक प्रश्न हैं। जिन से स्पष्ट है कि उस समय निर्देशांक ज्यामिति (coordinale geometry) का भी विकास हुआ होगा।

महान् भारतीय गणितज्ञ भास्कराचार्य (१५० A.D.) ने विस्तृत रूप से समतल और घन त्रिकोणमिति (*plane and spherical trigonometory*) और बीजगणित (*algebra*). पर अध्ययन एवं अन्वेषण किया और ऐसे प्रश्नों के हल निकाले जो पाश्चात्य देशों में सत्रहवीं-अठारहवीं सदी तक कोई भी नहीं निकाल पाया।

वैदिक भारत का यह एक अति संक्षिप्त चित्र है। केवल 'गणित' के बारे में ही उल्लेख किया है। इसी प्रकार अन्य गूढ़, विषय भी हैं जिनमें दूरदर्शन, (television) परिन्द्रियज्ञान, (telepathy) ज्योतिष विद्या, वनस्पति विज्ञान (botany), आयुर्वेद (medicine) आदि उल्लेखनीय हैं।

अब प्रश्न यह उठता है कि इतनी ज्ञान सम्पदा होते हुए भी हम आखें और हाथ पाश्चात्य देशों कि ओर क्यों फैलाते है ? और ज्ञान समुद्र का मंथन कर ऐश्वर्य प्राप्त क्यों नहीं करते ?

इन सब प्रश्नों का उत्तर है हमारी गुलामी यानि मानसिक गुलामी। सहस्र वर्षों की गुलामी में हम शारीरिक रूप से गुलाम रहे किन्तु हमने अपनी परम्परा, अपने गौरव, अपनी सभ्यता को न ही छोड़ा न ही भूला। किन्तु जैसे ही अंग्रेज भारतवर्ष से गए उनकी पावों की धूल के कीटाणुओं ने अपना रंग दिखाना शुरू किया और धीरे धीरे हमारे मानस पटल पर छा गए। स्वतन्त्रता पश्चात् हम उन्हें 'गौरांग प्रभु' कहने ही नहीं लगे, अपितु उनकी पूजा करने लगे। चाहे फिर वह विज्ञान का क्षेत्र हो चाहे साहित्य का, परिवार का हो या समाज का। हमने अपनी क्षमता, बाहुबल, और उत्तराधिकार में मिले ज्ञान के भण्डार को विस्मृत कर डाला। अत्यन्त दुःख की बात है कि पाश्चात्यों ने ही हमारी ज्ञान सम्पदा से प्रेरणा एवं स्फूर्त्ति लेकर नवनिर्माण किया जबकि हम मुँह बायें देखते रह गये।

आज भी अनेक बाधाएँ हैं जिनके कारण हम वैदिक ज्ञान के साक्षात्कार से वंचित हैं। कोटि-कोटि पुस्तकें पुस्तकालयों, मन्दिरों और अजायबघरों में पड़ी सड़ रही हैं किन्तु उन पर शोध (research) कर वास्तविक और सही अर्थ जानने का कोई व्यक्ति कष्ट नहीं करता। इसका मुख्य कारण है प्रेरणा और सुविधाओं का अभाव। अतः प्राचीन पाण्डुलिपियों को ऐसे व्यक्ति—जिन्हें उनका महत्त्व मालूम नहीं, उनमें निहित ज्ञान का आभास नहीं—विदेशियों के हाथ बेच देते हैं अथवा नष्ट कर देते हैं।

किन्तु अब और नहीं, जो कुछ होना था हो चुका, आगे ऐसा कभी भी नहीं होने देंगे। हम अपनी शक्ति का साक्षात्कार करेंगे और उसी के सहारे पुनः विश्ववन्द्य के पद सुशोभित होंगे। और मनु के श्लोक—

एतद्देश प्रसूतस्य सकाशात् अग्रजन्मनः।
स्वं-स्वं चरित्रं शिक्षेरन् पृथिव्यां सर्वमानवा : ॥

को साकार करेंगे जिसका अर्थ है कि इस भारत भू के सपूत से पृथ्वी भर के लोग शिक्षा व ज्ञान प्राप्त करें।

महान् भारतीय गणितज्ञ			अंकों के लिए प्रयोग में लाए गए शब्द
वैधायन	८००	ईसा पूर्व	०=शून्य, ख, गगन, अम्बर, आकाश।
आपस्तम्ब	४००	,,	१=आदि, शशि, इन्दु, चन्द्र, मृगांक।
आर्यभट्ट	४९९	ईस्वी	२=यम्, अश्विन्, कर, युगल।
वराहमिहिर	५०५	,,	३=राम, गुण, त्रिगुण, लोक।
भास्कर I	५२२	,,	४=वेद, श्रुति, समुद्र, सागर, अवधि।
लल्ल	५९८	,,	५=बाण, शर, सायक।
ब्रह्मगुप्त	६२८	,,	६=रस, अङ्ग, कायः, ऋतु।
श्रीधर	७५०	,,	७=नग, भूभृत, पर्वत।
महावीर	८५०	,,	८=वसु, नाग भूति।
आर्यभट्ट	९५०	,,	९=अङ्क निधि।
श्रीपति	१०३९	,,	१०=दिश्, दिक्, आशा, अञ्जलि।
भास्कर	११५०	,,	११=रुद्र।
नारायण	१३५०	,,	१२=आदित्य।
नारायण	१३५६	,,	१३=भागवत।
नीलकण्ठ	१५००	,,	१४=मनु।
			१५=तिथि।

१ एक

१० दश्

१०० सत्

१००० सहस्र

१०,००० अयुत:

१००,००० नियुत:

१०००,००० प्रायुत:

१०,०००,००० अरबुध:

१००,०००,००० न्यारबुध:

१०००,०००,००० समुद्र:

१०,०००,०००,००० मध्य:

१००,०००,०००,००० अन्त:

१,०००,०००,०००,००० परार्ध:

$(१०,०००,०००)^२ = १०^{१४}$ कोटि कोटि

$= १०^{५८}$ तल्लकशन:

गणित की भूल-भुलैया

सतीश कुमार गोयल, विज्ञान निष्णात (पूर्वार्ध)

शायद आपके साथ भी ऐसा हुआ हो। गणित की किसी कठिन समस्या से उलझने पर कभी-कभी ऐसे निष्कर्ष निकलते हैं जो सर्वथा एवं स्पष्टतया असम्भव हैं। और आप चकरा जाते हैं ! ऐसी स्थिति में रही-सही बुद्धि भी ग़ायब हो जाती है और बार-बार सोच-विचार कर दुहराने पर भी वही परिणाम आ जाता है। और तब आप निराश और हताश होकर कभी अपने को धिक्कारते हैं और कभी उसको जिसने आपको वह समस्या हल करने को कहा था !

इस प्रकार के कमाल प्रायः प्रयत्नपूर्वक ही किये जाते हैं आपने किसी को $1=0$ या ऐसे ही कुछ परिणामों को सिद्ध करते देखा-सुना होगा। मैं ऐसे ही कुछ उदाहरण प्रस्तुत कर रहा हूँ। (ये कमाल मेरे नहीं हैं !)

(1) $$\sqrt{य-र} = i\sqrt{र-य}\,;\, i = \sqrt{-1} \qquad (1)$$

उपरोक्त समीकरण य, व र के प्रत्येक मान के लिए ठीक है। इसमें य=क तथा र=ख रखने पर

$$\sqrt{क-ख} = i\sqrt{ख-क} \qquad (2)$$

इसी प्रकार य=ख तथा र=क रखने पर

$$\sqrt{ख-क} = i\sqrt{क-ख} \qquad (3)$$

समीकरण (2) व (3) से :

$$\sqrt{क-ख}\ \ \sqrt{ख-क} = i^2\sqrt{ख-क}\ \ \sqrt{क-ख}$$

या $$\underline{1 = -1}$$

इस परिणाम पर अन्य उपायों से भी पहुँचा जा सकता है। एक और तरीका है :

मान लीजिए य एक ऐसी संख्या है कि :

$e^{य} = -1$ दोनों पक्षों को वर्ग करने एवं नेचुरल लौग (log) लेने पर :

$$\ln e^{2य} = \ln 1 = 0$$

या $2य \ln e = 0$

अर्थात् $य = 0 \ [\because \ln e \neq 0]$

लेकिन $e^{य} = -1$

$\therefore e^0 = 1 = -1$

(2) $\frac{य}{र} = \frac{क}{ख}$

यदि इस समीकरण में य > र तो क > ख।

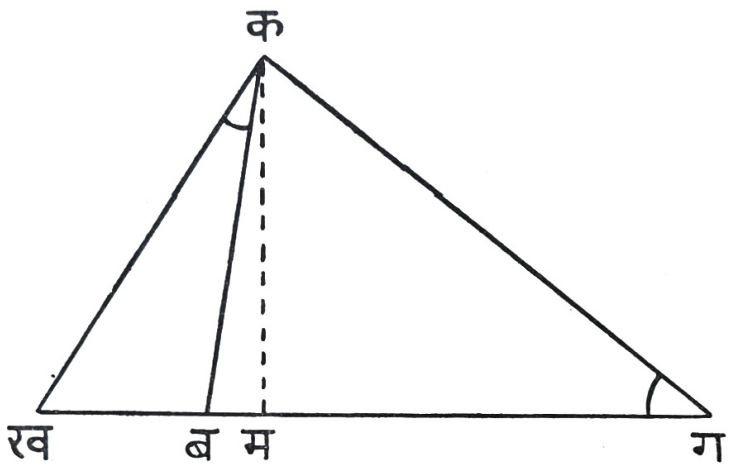
अब जरा य = ख = 1 और क = र = −1 रख कर कमाल देखिए।

$\frac{1}{-1} = \frac{-1}{1}$

अतः $\because \quad 1 > -1$

इसलिए $-1 > 1$

एक रेखागणित सम्बन्धी समस्या यह भी है कि रेखा का एक भाग पूरी रेखा के बराबर है।



त्रिभुज कखग में ∠ब न्यूनकोण है और ∠क > ∠ग।

क म, रेखा ख ग पर लम्ब है। ∠खकब = ∠ग

अब त्रिभुजों कखग व कखब में,

∠ब = ∠ख, ∠खकब = ∠ग,

∵ △कखग का तीसरा कोण = △ कखब का तीसरा कोण अर्थात् △ कखग एवं △ कखब समान कोणिक हैं। (equiang).

अब हम इन समान कोणिक अर्थात् समरूप त्रिभुजों से सम्बन्धित कुछ प्रमेयों का प्रयोग करेंगे।

$$\frac{\triangle \text{कखग}}{\triangle \text{कखब}} = \frac{\text{कग}^2}{\text{कब}^2} \qquad (१)$$

तथा $$\frac{\triangle \text{कखग}}{\triangle \text{कखब}} = \frac{\text{खग}}{\text{खब}} \qquad (२)$$

समीकरण (१) व (२) से।

$$\frac{\text{कग}^{२}}{\text{खग}} = \frac{\text{कब}^{२}}{\text{खब}}$$

या $$\frac{\text{कख}^{२}+\text{खग}^{२}-२\text{खम खग}}{\text{खग}} = \frac{\text{कख}^{२}+\text{खब}^{२}-२\text{खब ख म}}{\text{खब}}$$

या $$\frac{\text{कख}^{२}}{\text{खग}}+\text{खग}-२\text{खम} = \frac{\text{कख}^{२}}{\text{खब}}+\text{खब}-२\text{खम}$$

या $$\frac{\text{कख}^{२}}{\text{खग}}-\text{खब} = \frac{\text{कख}^{२}}{\text{खब}}-\text{खग}$$

या $$\frac{\text{कख}^{२}-\text{खग खब}}{\text{खग}} = \frac{\text{कख}^{२}-\text{खग खब}}{\text{खब}}$$

$$\boxed{\text{खग} = \text{खब}}$$

और अब मैं आपके सम्मुख कुछ और बहुचर्चित पहेलियां प्रस्तुत करता हूँ। सबसे पहले हैं इलियाका जेनो (ई० पू० ४९५-४३५) की पहेलियां जिनके द्वारा उसने अपनी एथेन्स यात्रा के दौरान वहां के दार्शनिकों को स्तब्ध कर दिया था। यह गति सम्बन्धी प्रश्न पिछले ढाई हजार वर्षों से न केवल जनसाधारण के लिए अपितु गणितज्ञों के लिए भी सिरदर्द बने हुए हैं। उन्नीसवीं शताब्दी के अंत में ही इनकी कुछ कुछ व्याख्या सम्भव हो सकी है, परन्तु आज तक कोई भी इन्हें पूर्णरूप से हल कर लेने का दावा नहीं कर सका है।

(१) यह तो शायद आप सभी को मालूम हो !

खरगोश और कछुए की दौड़ की कथा सबको ज्ञात है। आरंभ में कछुआ खरगोश से कुछ आगे रहता है। दौड़ शुरू होती है और गड़बड़ भी यहीं शुरू होती है। जेनो कहता है कि खरगोश कभी भी कछुए से आगे नहीं निकल सकता क्योंकि इससे पूर्व खरगोश को उस स्थान पर पहुंचना होगा जहां कि पहले कछुआ था। और जब तक खरगोश वहां पहुंचेगा, कछुआ थोड़ा और आगे बढ़ जाएगा। इस प्रकार, क्रम की पुनरावृत्ति करते जाने पर, परिणाम निकलता है कि कछुआ हमेशा ही खरगोश से आगे रहेगा।

(२) गति असंभव है, क्योंकि किसी भी गतिमान पिण्ड को अपने गन्तव्य (स्थान) तक पहुंचने से पूर्व मार्ग के मध्य-स्थान तक पहुंचना होगा। लेकिन मध्य स्थान पर पहुंचने से पहले चौथाई-स्थान पर पहुंचना होगा। और विभाजन का यह क्रम अनन्त तक चलता रहेगा। अतः गति का आरंभ ही नहीं हो सकता।

(३) किसी भी क्षण एक गतिशील वस्तु या तो स्थिर है ; या, यदि स्थिर नहीं है, तो गतिशील है। यदि इस क्षण का विभाजन संभव नहीं, तो वस्तु स्थिर है ; और यदि वस्तु गतिशील है तो क्षण का विभाजन संभव हो जाता है। क्षणों के एक समूह को 'काल' कहते हैं। यदि वस्तु किसी एक क्षण के लिए स्थिर है, तो फिर यह संपूर्ण काल के लिए भी स्थिर है। अतः यह हमेशा ही स्थिर रहेगी।

'एक मनोरंजक घटना'

एक उत्साही गणितज्ञ अपने कुछ परिचितों को प्रायिकता (probability) के सिद्धान्त समझाने का प्रयत्न कर रहा था। कुछ प्रारंभिक परिभाषाओं एवं प्रयोगों को समझने के पश्चात एक श्रोता ने पूछा, "क्या प्रत्येक घटना की प्रायिकता निकालना संभव है ? मेरा ख्याल है कि खिड़की के सामने से पहले एक आदमी गुजरेगा, स्त्री नहीं ! जरा इसकी प्रायिकता बताइए।"

"यदि संसार में स्त्री-पुरूषों की संख्या बराबर हो एवं बच्चों को भी लिंगानुसार उनमें मिला लिया जाए तो प्रायिकता है १/२"

"और लगातार दो पुरुष गुजरेंगे, इसकी प्रायिकता क्या है ?"

"इसकी प्रायिकता है १/४।" (गणितज्ञ ने समझा दिया) "यह तो ठीक है, लेकिन तीन पुरुषों के गुजरने का प्रश्न हो तब प्रायिकता कैसे निकालेंगे ?" "अब उत्तर है १/२×१/२×१/२=१/८" (गणितज्ञ ने पुनः अपेक्षित एवं संभावित घटनाओं कीं संख्या गिन कर समझा दिया)

"अच्छा, दस व्यक्तियों के लिए क्या प्रायिकता होगी" दूसरे श्रोता ने पूछा।

"आपका मतलब है कि प्रथम दस गुजरने वाले पुरूष ही हों, इसकी प्रायिकता क्या है ? यह है $\left(\frac{१}{२}\right)^{१०} = \frac{१}{१०२४}$ यदि आप इस घटना के घटित होने पर १ रुपए की शर्त लगाते हैं तो मैं इसके घटित न होने पर १००० रुपये की शर्त लगाने को तैयार हूं।"

"बड़ी आकर्षक शर्त है !" एक और श्रोता ने कहा, "मैं तो १ रुपया नहीं बल्कि १० रुपये लगाने को तैयार हूं।"

"आप भूल रहे हैं कि आपके जीतने की संभावना १००० में केवल एक है" गणितज्ञ ने चेतावनी दी।

"कोई बात नहीं। १००० रुपये के मुकाबले १ रुपया ! इसके लिए तो मैं यहां तक कहने को तैयार हूँ कि प्रथम १०० गुजरने वाले पुरूष ही होंगे।" उसी श्रोता ने कहा।

"आप जानबूझ कर हारने पर आमादा हैं। आप जानते हैं कि इसकी संभावना कितनी कम है ?"

"शायद १० करोड़ में १"

"नहीं, इससे बहुत कम, यह तो केवल ३० पुरूषों के लिए है। १०० के लिए है $(१/२)^{१००} \approx \left(\frac{१}{१०}\right)^{३०}$

"बस ! इतनी ही ?"

"आप इसे 'बस !' समझते हैं। इतने तो आपके सिर पर बाल भी नहीं हैं।"

"खैर आप मेरे एक रुपये के लिए कितने की शर्त लगाते हैं ?"

"अपनी संपूर्ण सम्पत्ति की, अपने सर्वस्व की"

"सब कुछ? नहीं, यह ज्यादा है। मेरे लिए आपकी कार ही काफी है"

"लेकिन क्या आप नहीं जानते कि आप कभी नहीं जीत सकते। आपको कार कभी नहीं मिलेगी।"

एक शुभचिंतक ने गणितज्ञ को बहुत समझाया कि १ रुपये के लिए कार की शर्त लगाना पागलपन है। लेकिन गणितज्ञ ने कहा कि पागलपन कार नहीं बल्कि १ रुपये का लगाना है। मित्र ने फिर कहा, हार की कुछ तो संभावना है, परंतु गणितज्ञ विचलित न हुआ एवं बोला—"हां सागर में एक बूंद—यही संभावना है हारने की। मैं यकीनन जीत जाऊंगा।"

इतने में बाहर से मिलिटरी बैंड की धुन सुनाई दी और कुछ ही क्षणों में सैनिकों की पूरी एक पलटन को खिड़की के सामने से गुजरते हुए सबने देखा।